



**TUGAS AKHIR - TK145501**

# **PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI BATIK SUMURGUNG DI KABUPATEN TUBAN**

Anggi Setya Ningrum  
NRP. 10411500000014

Yahya Nurhadi  
NRP. 10411500000100

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.  
NIP. 19630805 198903 2 002

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



---

**TUGAS AKHIR – TK145501**

**PENERAPAN PRODUKSI BERSIH  
PADA INDUSTRI BATIK SUMURGUNG  
DI KABUPATEN TUBAN**

Anggi Setya Ningrum  
NRP. 10411500000014

Yahya Nurhadi  
NRP. 10411500000100

Dosen Pembimbing :  
Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.  
NIP. 19630805 198903 2 002

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018**



---

**FINAL PROJECT – TK145501**

**APPLICATION OF CLEAN PRODUCTION  
IN BATIK SUMURGUNG INDUSTRY  
AT TUBAN REGENCY**

Anggi Setya Ningrum  
NRP. 10411500000014

Yahya Nurhadi  
NRP. 10411500000100

Dosen Pembimbing :  
Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.  
NIP. 19630805 198903 2 002

**DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of VOCATIONAL  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :  
**PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI BATIK  
SUMURGUNG DI KABUPATEN TUBAN  
TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Departemen Teknik Kimia Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Anggi Setya Ningrum**  
**Yahya Nurhadi**

**(NRP 10411500000014)**  
**(NRP 10411500000100)**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing

**Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng**  
**NIP. 19630805 198903 2 002**

Mengetahui,

**Kepala Departemen Teknik Kimia Industri  
FV-ITS**

**Ir. Agung Subyakto, MS**  
**NIP. 19580312 198601 1 001**

SURABAYA, 23 JULI 2018

## LEMBAR REVISI

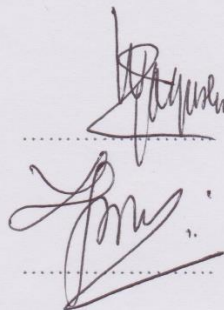
Telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil ujian tugas akhir pada 18 Juli 2018 untuk tugas akhir dengan judul **“Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Batik Sumurgung Di Kabupaten Tuban”**, yang disusun oleh :

**Anggi Setya Ningrum**  
**Yahya Nurhadi**

**(NRP 10411500000014)**  
**(NRP 10411500000100)**

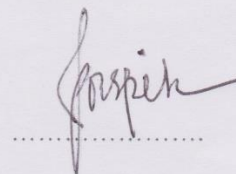
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir.Elly Agustiani, M.Eng
2. Dr. Eva Oktavianingrum, ST.MS



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng



SURABAYA, 23 JULI 2018

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kami dapat melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Tugas Akhir ini untuk memperoleh gelar ahli madya. Selama melaksanakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini kami telah banyak memperoleh bantuan baik moril maupun materiil, untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan kehendak-Nya kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini
2. Yang tercinta, Bapak dan Ibu, serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara moril dan materiil serta do'a.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto MS., selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi – ITS.
4. Ibu Dr. Ir Niniek Fajar Puspita, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam pembuatan laporan tugas akhir.
5. Ibu Ir. Elly Agustiani, M.Eng. dan Ibu Dr. Eva Oktavianingrum, ST.MS, selaku dosen penguji sidang tugas akhir.
6. Teman-teman Mahasiswa Departemen Teknik Kimia Industri yang tercinta.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kami sangat dan kritik dari semua pihak untuk menyempurnakan laporan ini. Kami selaku penyusun memohon maaf kepada semua pihak.

Surabaya, 26 Juli 2017

Penyusun

## **PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI BATIK SUMURGUNG DI KABUPATEN TUBAN**

Nama Mahasiswa : 1. Anggi Setya Ningrum 10411500000014  
2. Yahya Nurhadi 10411500000100  
Departemen : Teknik Kimia Industri-Fakultas Vokasi  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.

### **ABSTRAK**

*Industri batik tradisional memiliki dampak positif pada pertumbuhan ekonomi lokal di Kabupaten Tuban dengan jumlah 1.179 perusahaan batik, namun perusahaan batik tersebut menghasilkan limbah cair yang dihasilkan dari penggunaan warna sintetis yang mana tidak mudah terurai dan proses produksi yang tidak efisien. Tujuan dari proyek akhir ini adalah menerapkan pendekatan produksi bersih (PB) sebagai konsep keberlanjutan untuk usaha mikro kecil, dan menengah (UKM) industri batik Kabupaten Tuban.*

*Dalam proyek akhir ini, PB diterapkan pada proses industri batik tradisional yang ada di desa Sumurgung, Kabupaten Tuban dengan menggunakan strategi 3R, yaitu Reduce, Reuse dan Recycle. Strategi pertama dimaksudkan untuk mengurangi bahan yang masuk dan kualitas dan kuantitas limbah. Strategi kedua adalah menggunakan kembali material yang sesuai sedangkan strategi ketiga adalah menerapkan proses daur ulang.*

*Hasil dari pengamatan, perencanaan tata pengelolaan yang baik, mengurangi penggunaan air dalam pewarnaan, menghilangkan paraffin dan membilas produk-produk direkomendasikan. Penggantian pewarna sintetis dengan pewarna alami pada modifikasi proses dan atau produk juga disarankan. Perubahan teknologi digunakan untuk memproses keluaran air limbah yang mengandung 569 mg/L TDS, 550 mg/L TSS, 655 mg/L COD dan 680 mg/L BOD dengan cara pengolahan fisik koagulasi-flokulasi menjadi air recycle yang mengandung 83 mg/L TDS, 36 mg/L TSS, 128 mg/L COD dan 48 mg/L BOD.*

**Kata kunci :** Limbah batik, Produksi bersih

## **APPLICATION OF CLEAN PRODUCTION IN BATIK SUMURGUNG INDUSTRY AT TUBAN REGENCY**

Student Name : 1. Anggi Setya Ningrum 10411500000002  
2. Yahya Nurhadi 104115000000041  
Major : Teknik Kimia Industri-Fakultas Vokasi  
Supervisor : Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng

### **ABSTRACT**

*The traditional batik industry has the positive impact on the local economy in tuban regency with the number of 1,179 batik enterprises, but it produces liquid waste from the use of synthetic dyes that are not easy to decompose and unefficient production processes. The aim of final project is to apply the cleaner production (CP) approach as sustainability concepts to the micro, small, and medium enterprise (SMEs) of batik industry at Tuban Regency.*

*In this project, CP is applied to on going process of the traditional batik in Sumurgung Village, Tuban Regency, Tuban District, by using 3R strategies, i.e, Reduce, Reuse, and Recycle. The first Strategy is intended to reduce input materials and output qualitative and quantitative waste. The second strategy is to reuse the suitable materials and the third strategy is apply the recycle processes.*

*As a result of the observation, the planning of good housekeeping, reducing of water used in coloring, removing of paraffin and rinsing of products are recommended. Input substitution of synthetic colors with natural dyes and process or/and product modification are also suggested. Technology change is used to process the exiting waste water containing of 569 mg/L TDS, 550 mg/L TSS, 655 mg/L COD and 680 mg/L BOD by physical treatment of coagulation-flocculation to be recycle water containing of 83 mg/L TDS, 36 mg/L TSS, 128 mg/L COD and 48 mg/L BOD.*

**Keywords :** Batik waste, Clean production



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b>	i
<b>ABSTRAK</b>	ii
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	viii
<b>DAFTAR GRAFIK</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-3
1.3 Tujuan Inovasi	I-3
1.4 Batasan Masalah	I-4
1.5 Manfaat	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Industri Batik	II-1
2.2 Proses Produksi Batik	II-2
2.3 Karakteristik Limbah Industri Batik	II-3
2.4 Dampak Limbah Batik	II-6
2.5 Parameter Uji Limbah Cair	II-7
2.6 Pewarna Sintetis	II-10
2.7 Proses Koagulasi	II-14
2.8 PAC	II-15
2.9 MSDS	II-16
2.10 Produksi Bersih	II-20
<b>BAB III METODOLOGI PERCOBAAN</b>	
3.1 Variabel Percobaan	III-1
3.2 Bahan Percobaan	III-1
3.3 Alat Percobaan	III-1
3.4 Skema Alat Percobaan	III-2
3.5 Prosedur Percobaan	III-3
3.6 Diagram Alir Percobaan	III-7

## **BAB IV HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN**

- 4.1 Identifikasi Proses Produksi dan Sumber Limbah IV-1
- 4.2 Karakteristik Air Limbah..... IV-6
- 4.3 Penerapan Produksi Bersih ..... IV-9

## **BAB V NERACA MASSA**

- 5.1 Neraca Massa ..... V-1

## **BAB VI NERACA PANAS**

- 6.1 Neraca Panas ..... VI-1

## **BAB VII ESTIMASI BIAYA**

- 7.1 Peralatan..... VII-1
- 7.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku ..... VII-1
- 7.3 Utilitas..... VII-2
- 7.4 Biaya Pendukung Lainnya ..... VII-2
- 7.5 *Fixed Cost* (FC)..... VII-3
- 7.6 *Variable Cost* (VC)..... VII-3
- 7.7 *Total Cost* (TC)..... VII-3
- 7.8 Harga Pokok Penjualan..... VII-4
- 7.9 *Break Event Point* (BEP) ..... VII-5

## **BAB VIII PENUTUP**

- 8.1 Kesimpulan ..... VIII-1
- 8.2 Saran ..... VIII-2

## **DAFTAR NOTASI**..... xi

## **DAFTAR PUSTAKA** ..... xii

## **LAMPIRAN**

- Appendiks A
- Appendiks B
- Appendiks C
- Diagram Alir
- Gambar Uji

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Batik Kota Tuban .....	II-1
<b>Gambar 2.2</b>	Limbah Batik Di Sungai .....	II-3
<b>Gambar 2.3</b>	Standar Warna Naphtol .....	II-11
<b>Gambar 2.4</b>	Standar Warna Remazol.....	II-12
<b>Gambar 2.5</b>	Standar Warna Indanthreen.....	II-13
<b>Gambar 2.6</b>	Bagan Proses Produksi Batik Tradisional .....	II-23
<b>Gambar 3.1</b>	Skema Peralatan Jar Test .....	III-2
<b>Gambar 4.1</b>	Bagian-Bagian Canting Cap.....	IV-1
<b>Gambar 4.2</b>	Diagram Blok Proses Produksi Batik.....	IV-3
<b>Gambar 4.4</b>	Sumber Limbah Proses Pewarnaan .....	IV-4
<b>Gambar 4.5</b>	Sumber Limbah Proses Pelorodan .....	IV-4
<b>Gambar 4.6</b>	Sumber Limbah Proses Pembilasan.....	IV-4
<b>Gambar 4.7</b>	Laout Tata Letak Produksi .....	IV-5
<b>Gambar 4.8</b>	Uji Kualitas Air Limbah .....	IV-6
<b>Gambar 4.9</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TDS (pH 6,5) .....	IV-13
<b>Gambar 4.10</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TSS (pH 6,5) .....	IV-15
<b>Gambar 4.11</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai COD (pH 6,5) .....	IV-16
<b>Gambar 4.12</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai BODTDS (pH 6,5) .....	IV-17
<b>Gambar 4.13</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TDS (pH 7) .....	IV-19
<b>Gambar 4.14</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TSS (pH 7) .....	IV-20
<b>Gambar 4.15</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan	

	Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai COD (pH 7) .....	IV-22
<b>Gambar 4.16</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai BOD (pH 7) .....	IV-23
<b>Gambar 4.17</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TDS (pH 7,5) .....	IV-25
<b>Gambar 4.18</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TSS (pH 7,5) .....	IV-26
<b>Gambar 4.19</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai COD (pH 7,5) .....	IV-28
<b>Gambar 4.20</b>	Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai BOD (pH 7,5) .....	IV-29

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 7.1</b>	Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP) .....VII-7
-------------------	--

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil .....	II-5
<b>Tabel 2.1</b> MSDS .....	II-16
<b>Tabel 4.1</b> Identifikasi Sumber-Sumber Limbah .....	IV-3
<b>Tabel 4.2</b> Karakteristik Limbah Cair .....	IV-7
<b>Tabel 4.3</b> Limbah Cair dari Sumber-Sumber .....	IV-8
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Penelitian Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kecepatan Pengadukan 100 rpm (5') 60 rpm (10') .....	IV-12
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Penelitian Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kecepatan Pengadukan 150 rpm (5') 60 rpm (10') .....	IV-12
<b>Tabel 5.1</b> Neraca Massa Overall .....	V-1
<b>Tabel 5.2</b> Neraca Massa Komposisi .....	V-2
<b>Tabel 7.1</b> Biaya Investasi Peralatan Per Bulan.....	VII-1
<b>Tabel 7.2</b> Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi/hari.....	VII-2
<b>Tabel 7.3</b> Biaya Utilitas per Bulan.....	VII-2
<b>Tabel 7.4</b> Biaya Pendukung Lainnya per Bulan.....	VII-2
<b>Tabel 7.5</b> <i>Fixed Cost</i> per Bulan.....	VII-3
<b>Tabel 7.6</b> Perhitungan Biaya Penjualan .....	VII-6

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Industri batik sebagian besar memberikan dampak positif yang tinggi dalam perkembangan perekonomian bagi pemerintah, pemilik usaha dan UMKM Kabupaten Tuban sehingga dapat meningkatkan taraf hidup bagi masyarakat di Kabupaten Tuban. Dinas Perekonomian, Industri dan UMKM Kabupaten Tuban, pertumbuhan jumlah industri kecil menengah batik hingga akhir tahun 2016 mencapai 11,79 persen sehubungan permintaan produk yang terus meningkat. Tahun 2017, pertumbuhan UMKM batik diproyeksikan naik satu persen dari realisasi tahun 2016 sebesar 11,80 persen. Di Kabupaten Tuban, jumlah perusahaan batik mencapai 1.179 dengan penyerapan tenaga kerja sebesar 2476 (*Dinas UMKM Kab. Tuban, 2016*). Berdasarkan data yang didapatkan, tercatat bahwa kegiatan ekspor batik Indonesia kemancanegara cukup membawa pengaruh yang sangat besar terhadap devisa negara. Peneliti mendapatkan data bahwa pasar Amerika Serikat mencapai 42,75% dari total ekspor batik Indonesia. Berdasarkan data yang dirilis oleh kementrian perdagangan dari periode Januari – Juli 2014, pasar ekspor batik Indonesia ke Amerika Serikat menduduki peringkat pertama. Tercatat bahwa pada tahun 2014, pasar ekspor batik ke Amerika Serikat mencapai 24,13% (*Kemendag, 2014*).

Pada proses industri batik menghasilkan limbah cair. Hal ini akan berdampak terhadap kualitas air dengan logam berat khususnya Cu, Cr, dan Zn digunakan dalam proses pewarnaan dan pencetakan/pencantingan dengan mengetahui kandungan keasaman (pH), *Biochemichal Oxygen Demand* (BOD), *Chemichal Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Total*



*Dissolved Solid* (TDS). Dari beberapa kandungan tersebut, kadar kandungan tidak boleh melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Timur berdasarkan Keputusan No.72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Tekstil dan Batik COD yaitu 60 mg/l, BOD 150 mg/l, TSS 50 mg/l, TDS 150 mg/l dan pH 6,0-9,0 (*Pemprov Jatim, 2013*).

Keadaan tersebut sudah seharusnya mendapat penanganan yang tepat. Oleh karena itu, berbagai penelitian telah banyak dilakukan dengan teknik pertukaran ion, pengendapan, phytoextraction, ultrafiltrasi, *reverse osmosis*, elektrodialisis (*M. V. Mier, et al., 2000*). Diantara berbagai metode tersebut, kami menggunakan koagulasi sebagai metode yang sangat sesuai untuk mengurangi tingkat pencemaran ion logam kedalam adsorben sehingga proses pemisahan ion logam berat dari limbah perairan efektif untuk dilakukan (*V. Stankovic, et al., 2009*).

Projek akhir ini diharapkan sebagai inovasi dalam penerapan produksi bersih pada industri batik di daerah Sumurgung. Proses pembuatan batik memerlukan bahan, energi, komponen bahan tambahan dan penggunaan peralatan yang relatif masih sederhana. Penggunaan teknologi yang masih sederhana ditandai dengan ketidak higienisan dan tidak efisien dapat menimbulkan pemborosan baik dalam penggunaan bahan baku, dalam proses produksi maupun dalam penggunaan energi. Ketidak higienisan dan efisien pada proses produksi ini dapat menyebabkan besarnya volume limbah yang dihasilkan yang berasal dari bahan baku, bahan tambahan (*aditif*) dan proses produksi. (*Nurdalia, Ida, 2006*).





## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam inovasi produk ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana identifikasi proses produksi dan sumber-sumber limbah pada industri batik di daerah Sumurgung, Kabupaten Tuban yang memiliki nilai jual menengah ke bawah ?
2. Bagaimana kuantitas dan kualitas air limbah dari sumber-sumber yang dihasilkan pada proses produksi batik tersebut di atas dengan cara mengukur kapasitas dan parameter COD, BOD, TSS, TDS dan pH dari *home industry* yang berada di Sumurgung, Kabupaten Tuban ?
3. Bagaimana penerapan produksi bersih pada industri batik termasuk pengolahan limbah dengan koagulan PAC (*Poly Alumunium Chloride*) menjadi air bersih ?

## 1.3 Tujuan Inovasi

Tujuan inovasi penerapan produksi bersih pada industri batik adalah :

1. Mengetahui proses produksi dan sumber-sumber limbah pada industri batik di daerah Sumurgung, Kabupaten Tuban yang memiliki nilai jual menengah ke bawah.
2. Mengetahui kuantitas dan kualitas air limbah dari sumber-sumber yang dihasilkan pada proses produksi batik tersebut di atas dengan cara mengukur kapasitas dan parameter COD, BOD, TSS, TDS dan pH dari *home industry* yang berada di Sumurgung, Kabupaten Tuban.
3. Merencanakan penerapan produksi bersih pada industri batik termasuk pengolahan limbah dengan koagulan PAC (*Poly Alumunium Chloride*) menjadi air bersih.



## 1.4 Batasan Masalah

Dalam inovasi metode penerapan produksi bersih pada industri batik, dilakukan pembatasan masalah dengan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Industri batik yang diobservasi di daerah Sumurgung, Kabupaten Tuban untuk produksi batik dengan pasar menengah kebawah.

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari inovasi penerapan produksi bersih pada industri batik adalah :

1. Masyarakat

Masyarakat dengan menerapkan produksi bersih pada industri batik dapat mencegah timbulan limbah dari sumbernya sehingga berfikir ulang bagi manajemen dalam memperbaiki semua proses produksi untuk menurunkan atau mengurangi limbah yang dihasilkan agar limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia, atau biologi, dengan mendaur ulang atau mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah.

2. Pemerintah

Pemerintah bekerja sama dengan perguruan tinggi dalam mengatasi masalah limbah industri batik dengan cepat sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi di Kabupaten Tuban.

3. Mahasiswa

Mempelajari proses produksi pada industri batik dengan mengidentifikasi setiap bahan, proses hingga menjadi produk batik. Mengembangkan kemampuan faktual proses produksi pada industri batik dengan observasi di lapangan industri batik dan membandingkan dengan studi literatur.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Industri Batik**

Batik adalah salah satu kerajinan budaya Indonesia yang memiliki budaya Indonesia yang memiliki nilai seni tinggi dan menjadi bagian dari budaya Indonesia khususnya Jawa (*Yusak dan Adi, 2011*). Produksi batik merupakan teknik pembuatan motif atau pola dengan cara perintangan menggunakan lilin atau malam batik. (*Suheryanto, 2012*)

Industri batik merupakan industri yang sangat potensial untuk dikembangkan. Berawal dari metode sederhana, yaitu menggambar dengan canting dan mencelupkan dalam pewarna, batik cap dengan cara dicap pada cetakan sampai produksi massal dengan mesin modern (*Satrya, 2015*).



**Gambar 2.1** Batik Kota Tuban

Potensi Industri batik ini secara ekonomi cukup memberikan pendapatan yang besar kepada negara, baik dari segi penyerapan tenaga kerja maupun pemasukan devisa dan pajak.

Permintaan pasar untuk konsumsi lokal dan luar negeri terbuka luas sehingga memberikan peluang yang besar untuk perkembangan industri ini.



---

**2.2 Proses Produksi Batik**

---

Teknik pembuatan batik meliputi tiga pekerjaan utama, yaitu pelekatan lilin pada media atau kain, pewarnaan, dan perlorodan (*Suhenyanto, 2015*).

Menurut Suprihatin (2004) langkah-langkah dalam pembuatan batik adalah:

a. Pemolaan

Proses yang dilakukan berupa penempelan malam sebagai bahan utama perintang batik pemori. Mori yang telah dibuat polanya kemudian dimalam dengan canting tulis maupun canting cap. Pada umumnya pelekatan lilin ini menggunakan alat yang disebut canting. Ada pula cara pembatikan lainnya adalah dengan menggunakan cap yang telah berbentuk pola.

b. Pewarnaan atau pencelupan

Motif batik yang telah dicap ataupun ditulis dengan lilin malam merupakan gambaran atau motif dari batik yang akan dibuat. Proses selanjutnya pemberian warna sehingga pada tempat yang terbuka menjadi berwarna, sedangkan tempat yang ditutup lilin tidak terkena warna yang diwarnai. Proses pewarnaan ini dilakukan dengan cara pencelupan air pewarna yang diberi warna.

Pencelupan yang umumnya didefinisikan sebagai 'pewarnaan lokal' yaitu pencelupan yang dikonfirmasi ke bagian tertentu dari kain yang merupakan desain. Ini benar-benar bentuk pencelupan di mana reaksi penting yang terlibat sama dengan yang ada dalam pencelupan. Dalam pencelupan, warna diaplikasikan dalam bentuk larutan, sedangkan warna diaplikasikan dalam bentuk pasta kental pewarna dalam percetakan. Baik tekstil alami maupun sintetis dikenai berbagai proses finishing. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki sifat spesifik pada kain jadi dan melibatkan



penggunaan sejumlah besar bahan finishing untuk melembutkan, mengikat silang, dan tahan air (Zongping, 2011).

c. Pelorodan atau penghilangan lilin

Pelorodan adalah proses penghilangan lilin malam yang menempel pada kain mori. Menghilangkan lilin malam pada batik dapat bersifat menghilangkan sebagian atau menghilangkan keseluruhan lilin malam. Menghilangkan sebagian atau setempat adalah melepas lilin malam pada tempat-tempat tertentu dengan cara mengerok dengan alat sejenis pisau. Pelorodan yang dilakukan diakhir disebut mbabar atau ngebyok. Pelepasan lilin dilakukan dengan air panas. Lilin akan meleleh dalam air panas sehingga terlepas dari kain. Proses pelorodan bisa dikatakan berhasil apabila semua lilin dapat larut serta tidak mempengaruhi warna dan kekuatan kain (Susanto, 1980).

### 2.3 Karakteristik Limbah Industri Batik

Proses produksi batik dari persiapan hingga penyempurnaan diindikasikan menggunakan bahan kimia yang mengandung unsur logam berat seperti timbal, besi, seng, krom, tembaga, dan cadmium. Pencemaran air oleh logam berat telah lama menjadi masalah serius yang perlu ditangani, mengingat volume limbah yang terus meningkat, sifat toksi logam berat serta masuknya logam berat ke badan air dapat mempengaruhi kualitas air (Hartati, 2011).



**Gambar 2.2** Limbah Batik di Sungai



Air limbah batik pada umumnya bersifat basa dan memiliki kadar organik yang tinggi akibat sisa proses pembatikan. Proses pencelupan yang dilakukan merupakan penyumbang zat warna yang kuat apabila tidak diberikannya pengolahan yang tepat. Zat warna yang terkandung dalam air limbah batik umumnya sukar untuk terdegradasi dengan baik. Zat warna ini umumnya didesain untuk memiliki tingkatan kimia yang tinggi untuk menahan kerusakan akibat oksidatif yang berasal dari cahaya matahari (Manurung, 2004). Karakteristik air limbah ini dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu:

a. Karakteristik fisika

Karakteristik fisik air limbah meliputi temperatur, bau, warna, dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang ditunjukkan kedalam skala. Suhu dapat mempengaruhi kadar *Dissolved Oxygen* (DO) dalam air. Kenaikan temperatur sebesar 10°C dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen sebesar 10% dan akan mempercepat metabolisme 2 kali lipat. Adanya bau yang lain pada air limbah, menunjukkan adanya komponen- komponen lain di dalam air tersebut. Warna biasanya disebabkan oleh adanya materi *dissolved*, *suspended*, dan senyawa-senyawa koloidal, yang dapat dilihat dari spektrum warna yang terjadi. Padatan yang terdapat di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi *floating*, *settleable*, *suspended* atau *dissolved*, berbau menyengat, dan kontaminan akan membuat air menjadi keruh. Timbulnya gejala tersebut secara mutlak dapat dipakai sebagai salah satu tanda terjadinya tingkat pencemaran air yang cukup tinggi (Wardhana, 2001).

b. Karakteristik kimia

Karakteristik Kimia, meliputi Chemical Oxygen Demand (COD), pH, dan DO. COD merupakan banyaknya oksigen dalam mg/L yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara



kimia. Semakin tinggi kadar COD maka semakin buruk kualitas air tersebut. DO merupakan sebuah ukuran banyaknya kandungan oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut ini merupakan hal yang paling penting untuk ikan. DO optimum untuk ikan adalah 5-6 mg/L, sedangkan kadar DO minimum paling tidak adalah 3 mg/L. pH merupakan cara untuk menunjukkan derajat keasaman dalam perairan. Ikan dapat hidup pada kisaran pH 5-9. Ikan akan mati apabila pH dalam air dibawah dari 4 ataupun diatas dari 11 (Malik, 2017).

### c. Karakteristik Biologis

Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi 105-108 organisme/mL. Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologis. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas air (Purwaningsih, 2008).

Berdasarkan **Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013** mengenai baku mutu air limbah industri tekstil dan **KepMen LH No 51 MENLH No 1995** mengenai kegiatan usaha lainnya dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil

No.	Parameter	Baku Mutu	Satuan
1.	pH	6-9	-
2.	BOD5	60	mg/L
3.	COD	150	mg/L O <sub>2</sub>
4.	*Warna	50	Pt-Co

**Sumber:** Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 \* KepMen LH No 51 MENLH No 1995.



---

## 2.4 Dampak Limbah Batik

Industri batik termasuk dalam industri tekstil yang paling banyak menggunakan air dalam proses produksinya. Limbah cair yang dihasilkan mencapai 80% dari seluruh jumlah air yang dipergunakan dalam produksi. Kegiatan industri batik menghasilkan limbah cair yang berasal dari obat pemutih dan obat pewarna batik yang dapat menyebabkan pencemaran. Hal ini disebabkan karena limbah hasil produksi tersebut langsung dibuang ke sungai ataupun saluran drainase sekitar (Suprihatin, 2014).

Limbah dari warna tekstil juga mengandung kromium, yang memiliki efek kumulatif, dan kemungkinan yang lebih tinggi untuk masuk ke rantai makanan. Karena penggunaan pewarna dan bahan kimia, limbah berwarna gelap, yang meningkatkan kekeruhan tubuh air. Hal ini pada gilirannya menghambat proses fotosintesis, yang menyebabkan perubahan pada habitat (Joseph Egli, 2007).

Kandungan limbah batik yang terdiri dari pH, BOD, TSS, dan COD yang tinggi akan membahayakan lingkungan. Keadaan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan organisme akuatik (Susanti dan Henny, 2008). Nilai tinggi COD dan BOD<sub>5</sub>, adanya partikel dan sedimen, dan minyak dan lemak dalam limbah menyebabkan penipisan oksigen terlarut, yang memiliki efek buruk pada sistem ekologi perairan (Zongping, 2011).

Beberapa jenis zat warna yang berasal dari proses pencucian kain batik juga mengandung logam berat. Efek negatif lain dari pewarna kimia dalam proses pewarnaan yang dirasakan oleh pengrajin batik adalah risiko terkena kanker kulit (Sasthya, 2015).

Selain itu dampak yang dapat ditimbulkan akibat zat warna ini seperti iritasi kulit, mata, hingga dapat menyebabkan





terjadinya mutasi (Mathur *et al.*, 2005). Logam berat juga menyebabkan ulkus pada hidung dan kulit, hiperpigmentasi pada kulit, dan mengindikasikan nekrosis tubulus ginjal. (Purwaningsih, 2008).

## 2.5 Parameter Uji Limbah Cair Pewarnaan Batik

### a. Parameter BOD

Kadar senyawa organik yang ada dalam suatu perairan dapat diukur dengan parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. KEP - 51/ MENLH/ 10/ 1995, besarnya BOD limbah cair industri tekstil yang diijinkan adalah 50 –150 mg/l. Nilai BOD limbah cair industri tekstil menurut Rambe (2008) sebesar 1099,22 mg/l. Daridata tersebut terlihat bahwa nilai BOD limbah tekstil sangat jauh diatas baku mutu limbah cair industri tekstil. Oleh karena itu, usaha untuk mengatasi masalah tersebut harus dilakukan sedini mungkin. Menghilangkan pewarna dari air akan memperbaiki kualitas air, sehingga diperlukan metode yang efektif untuk menghilangkan warna dari limbah cair tekstil (Riyani, 2012).

### b. Parameter COD

Pewarnaan dan pembilasan menghasilkan air limbah yang berwarna dengan COD (*Chemical Oxygen Demand*) tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable* yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama perairan. (Suprihatin, 2014)

Secara teoritis, COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen (mg O<sub>2</sub>) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 L sampel air, dimana pengoksidasi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> digunakan sebagai sumber



oksigen sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi. Angka COD merupakan ukuran pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air (Hariyadi, 2004).

Nilai COD umumnya lebih besar dari BOD karena COD merupakan total dari bahan organik yang terkandung pada limbah, sedangkan BOD hanya merupakan bahan organik yang mudah didegradasi (Boyd, 1990; Metcalf dan Eddy, 1991).

c. Parameter Warna

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan. air yang berwarna-warna ini yang menyebabkan masalah terhadap lingkungan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Dwi, 2017).

Menurut Al-kdasi et al (2004), struktur kimianya zat warna dibagi menjadi bermacam-macam, antara lain: zat warna nitroso, nitro, azo, stilben, difenil metana, trifenil metana, akridin, kinolin, indigoida, aminokinon, anin dan indofenol. Namun, secara garis besar zat warna digolongkan menjadi dua golongan yaitu zat warna alami dan zat warna sintetik. Dampak negatif dari pembangunan industri tekstil tersebut terutama dari proses pencelupan dimana mengandung zat warna azo dimana mempunyai gugus kromofor  $-N=N-$  dalam struktur molekulnya. Senyawaan azo ini diketahui *nonbiodegradable* dalam kondisi aerobik dan akan tereduksi menjadi produk antara yang lebih



berbahaya pada kondisi anaerobik. Pewarna azo dapat menyebabkan kanker pada manusia (Riyani, 2012).

Sumber logam berat kromium (Cr) yang berasal dari limbah industri batik dapat berasal dari zat pewarna ( $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) maupun sebagai mordan yaitu merupakan pengikat zat warna meliputi  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$  (Neng Sri Suharty, 1999).

d. Parameter PH

pH merupakan istilah untuk menyatakan keadaan asam atau basa pada suatu larutan. Pada kondisi asam dengan penambahan  $\text{H}^+$  mengakibatkan zat warna cenderung bermuatan pasial positif. Sedangkan dengan penambahan  $\text{OH}^-$  yang terlalu banyak tidak mampu ditangkap oleh zat warna, sehingga menyebabkan terjadinya kompetisi zat warna dengan ion  $\text{OH}^-$  (Lara Puspita, 2008).

e. *Total dissolve solid* (TDS)

*Total dissolve solid* (TDS) atau total zat padat terlarut merupakan jumlah total zat terlarut baik yang *organic* maupun *anorganic* terdapat dalam sebuah larutan. TDS meter berfungsi untuk mengukur jumlah partikel padatan terlarut dimana TDS meter ini akan menggambarkannya dalam satuan *Part Per Million* (PPM) atau sama dengan miligram per Liter (mg/L) yang akan ditunjukkan berupa angka digital pada displaynya. (Faisol, 2015)

f. Parameter TSS

TSS atau padatan tersuspensi total adalah padatan yang tidak terlarut di dalam air, berupa partikel yang menyebabkan air keruh, gas terlarut, dan mikroorganisme penyebab bau dan rasa. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003). Jumlah padatan tersuspensi di dalam air dapat diukur menggunakan



metode gravimetrik atau alat ukur turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar atau cahaya ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis (Kusnadi, 2002).

## **2.6 Pewarna Batik**

### **2.6.1 Pewarna Sintetis**

Pewarna sintetis adalah zat warna yang mengandung bahan kimia yang biasanya digunakan di dalam makanan. Pewarna sintetis ini mempunyai keuntungan yang nyata disbanding pewarna alami, yaitu mempunyai kekuatan mewarnai yang lebih kuat, lebih seragam, lebih satbil dan biasanya lebih murah. Penggunaan zat warna sintetis seringkali disalahgunakan, misalnya zat pewarna untuk tekstil dan kulit dipakai untuk bahan makanan. Hal ini jelas sangat membahayakan kesehatan, karena adanya residu logam berat pada zat pewarna. Dampak negatif yang ditimbulkan dari mengkonsumsi zat pewarna sintetis tersebut menimbulkan keinginan konsumen untuk kembali kepada penggunaan pigmen-pigmen alami tersebut masih dianggap lebih aman, tidak berbahaya dan tidak mempunyai efek samping. Sumber pigmen alami atau zat pewarna alami dapat berasal dari alam seperti tumbuhan dan hewan (Rohaeni, Hervelly, & Nurminabari, 2013).

Menurut Sri dan Dwi (2013), zat warna sintesis atau zat kimia merupakan zat warna yang mudah diperoleh, stabil (komposisinya tetap), mempunyai aneka warna, dan praktis penggunaannya. Jenis-jenis zat warna sintesis:

#### **a. Zat warna Naphtol**

Zat warna naphtol termasuk zat warna Azo (*“Developed Azo Dyes”*) karena jika digabungkan dengan garam diazo baru timbul warna dan tidak larut dalam air. Untuk melarutkan



komponen naphthol memerlukan obat bantu yaitu kostik soda dan proses pewarnaannya memerlukan komponen pembangkit warna yaitu garam diazonium atau disebut garam naphthol. Wujud zat warna naphthol berbentuk serbuk, warna yang tampak akan berbeda dengan warna yang terserap. Ciri lain dari zat warna naphthol adalah dengan nama depan AS (termasuk golongan azo), sedangkan garam naphthol /garam diozonium menunjukkan arah warna, seperti contoh garam kuning GC menunjukkan arah warna kuning.

	Standar 10.0	Standar 11.0	Standar 12.0	Standar 13.0	Standar 14.0	Standar 15.0	Standar 16.0	Standar 17.0	Standar 18.0
Standar 10.0									
Standar 11.0									
Standar 12.0									
Standar 13.0									
Standar 14.0									
Standar 15.0									
Standar 16.0									
Standar 17.0									
Standar 18.0									
Standar 19.0									
Standar 20.0									
Standar 21.0									
Standar 22.0									
Standar 23.0									
Standar 24.0									
Standar 25.0									
Standar 26.0									
Standar 27.0									
Standar 28.0									
Standar 29.0									
Standar 30.0									
Standar 31.0									
Standar 32.0									
Standar 33.0									
Standar 34.0									
Standar 35.0									
Standar 36.0									
Standar 37.0									
Standar 38.0									
Standar 39.0									
Standar 40.0									
Standar 41.0									
Standar 42.0									
Standar 43.0									
Standar 44.0									
Standar 45.0									
Standar 46.0									
Standar 47.0									
Standar 48.0									
Standar 49.0									
Standar 50.0									
Standar 51.0									
Standar 52.0									
Standar 53.0									
Standar 54.0									
Standar 55.0									
Standar 56.0									
Standar 57.0									
Standar 58.0									
Standar 59.0									
Standar 60.0									
Standar 61.0									
Standar 62.0									
Standar 63.0									
Standar 64.0									
Standar 65.0									
Standar 66.0									
Standar 67.0									
Standar 68.0									
Standar 69.0									
Standar 70.0									
Standar 71.0									
Standar 72.0									
Standar 73.0									
Standar 74.0									
Standar 75.0									
Standar 76.0									
Standar 77.0									
Standar 78.0									
Standar 79.0									
Standar 80.0									
Standar 81.0									
Standar 82.0									
Standar 83.0									
Standar 84.0									
Standar 85.0									
Standar 86.0									
Standar 87.0									
Standar 88.0									
Standar 89.0									
Standar 90.0									
Standar 91.0									
Standar 92.0									
Standar 93.0									
Standar 94.0									
Standar 95.0									
Standar 96.0									
Standar 97.0									
Standar 98.0									
Standar 99.0									
Standar 100.0									

**Gambar II.3** Standar Warna Naphtol

b. Zat warna Remazol

Zat warna remazol termasuk zat warna sintesis yang diperoleh dari hasil reaksi bahan–bahan kimia aromatik atau dari ter–batubara dan mengandung unsur logam, sehingga mempunyai daya tahan terhadap sinar, cuci yang baik tetapi limbahnya sangat sulit diolah kembali. Zat warna remazol berbentuk serbuk dan warna yang tampak akan sama dengan warna yang terserap. Zat warna remazol mudah larut dalam air, menghasilkan warna yang cerah dan sangat bervariasi untuk pewarnaan batik dengan teknik colet, kuas atau celup.



NO.	REMAZOL	INDANTHREEN	NO.	REMAZOL	INDANTHREEN
1.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	1.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100
2.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	2.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100
3.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	3.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100
4.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	4.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100
5.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	5.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100
6.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	6.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100
7.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	7.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100
8.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100	8.	REMAZOL 100 100 100	REMAZOL 100 100 100

**Gambar 2.4** Standar Warna Remazol

c. Zat Warna Bejana (Indanthreen)

Zat warna bejana merupakan zat warna sintetis yang digunakan untuk mewarnai serat tekstil. Zat warna bejana termasuk golongan zat warna yang tidak larut dalam air dan tidak mungkin dipergunakan untuk mencelup apabila tidak dirubah dahulu struktur molekulnya, dengan pertolongan suatu reduktor, senyawa tersebut dibejanakan artinya dirubah menjadi bentuk leuko yakni bentuk zat warna bejana yang tereduksi yang akan larut dalam larutan alkali. Senyawa leuko tersebut mempunyai substantivitas terhadap serat kapas sehingga dapat dipergunakan untuk mencelup. Dengan perantaraan suatu oksidator atau oksigen dari udara, bentuk leuko yang berada dalam serat akan teroksidasi kembali ke bentuk semula yakni pigmen zat warna bejana. Zat warna bejana mempunyai sifat tahan cuci, tahan gosok dan tahan sinar yang sangat baik.

Proses pencelupan dengan zat warna bejana terdiri dari 3 tahap :

1. Pembejanan yaitu merubah larutan bejana menjadi bentuk leuko.



2. Pencelupan bahan tekstil dengan senyawa leuko.
3. Oksidasi senyawa leuko berubah menjadi senyawa asal.

NO	NAMA ZAT WARNA	RESEP (g/l)	WARNA
1	Indanthren Yellow (CH)	5	
2	Indanthren Pink B	5	
3	Indanthren Blue RSH	5	
4	(EW) Indanthren Biru	5	
5	Indanthren Green B	5	
6	(EW) Indanthren Hijau	5	
7	Indanthren Violet 2B	5	
8	(EW) Indanthren Violet	5	
9	Indanthren Brown 2B	5	

**Gambar 2.5** Standar Warna Indanthreen

## 2.6.2 Logam Berat

### a. Krom

Krom adalah salah satu logam berat yang dihasilkan dari proses produksi pada industri tekstil. Krom merupakan bahan pencemaran air yang berbahaya dalam jumlah kecil, terutama sebagai krom (IV). Dalam industri pencelupan tekstil krom yang dihasilkan berasal dari senyawa krom yang digunakan pada proses pencelupan baik sebagai zat warna (dalam senyawa  $\text{CrCl}_3$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) maupun sebagai mordan yaitu pengikat zat warna  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ , dan  $\text{PbCrO}_4$ . Air limbah yang mengandung logam berat krom akan menghasilkan warna kehitaman, warna hitam ini dihasilkan dari penambahan zat warna sintesis remazol black (Suharty, 1999).

**b. Tembaga (Cu)**

Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang dihasilkan dari proses produksi industri tekstil. Tembaga umumnya berwarna merah. Dalam industri pewarnaan tekstil, logam tembaga merupakan logam yang paling mendominasi untuk setiap jenis pewarna yang digunakan. Konsentrasi logam Cu dalam pewarna tekstil berkisar antara 7,9 sampai 110 mg/L. (Zille, 2005)

**c. Timbal (Pb)**

Menurut Palar (1994), Timbal (Pb) dan persenyawaannya dapat berada dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Timbal (Pb) yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak aktivitas manusia ada bermacam bentuk seperti buangan dari yang berkaitan dengan Timbal (Pb). Dalam industri tekstil logam timbal digunakan sebagai campuran pewarna yaitu, warna putih dan timbal putih [ $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $2\text{PbCO}_3$ ] dan warna merah dan timbal merah ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ). Pb ini akan terakumulasi sebagai limbah cair industri tekstil tersebut (Lathifah, dkk, 2014).

**2.7 Proses Koagulasi**

Koagulasi adalah proses penambahan koagulan pada air baku yang menyebabkan terjadinya destabilisasi dari partikel koloid agar terjadi agregasi dari partikel yang telah terdestabilisasi tersebut. Dengan penambahan koagulan, kestabilan koloid dapat dihancurkan sehingga partikel koloid dapat menggumpal dan membentuk partikel dengan ukuran yang besar, sehingga dapat dihilangkan pada unit sedimentasi. Terdapat 4 mekanisme destabilisasi partikel yaitu pemampatan lapisan ganda, adsorpsi untuk netralisasi muatan, penjebakan partikel dengan koagulan,





serta adsorpsi dan pembentukan jembatan antar partikel melalui penambahan polimer (Rachmawati, dll, 2009).

## 2.8 PAC (*Poly Aluminium Chloride*)

Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya (Sutrisno, 2004). Salah satu koagulan yang banyak digunakan dalam proses pengolahan air adalah PAC. PAC adalah salah satu jenis koagulan yang berasal dari bahan kimia. PAC termasuk jenis koagulan polimer kationik. (Sugiarto, 2007)

Dengan demikian PAC menggabungkan netralisasi dan kemampuan menjembatani partikel-partikel koloid sehingga koagulasi berlangsung lebih efisien. PAC memiliki rantai polimer yang panjang, muatan listrik positif yang tinggi dan memiliki berat molekul yang besar, PAC memiliki koefisien yang tinggi sehingga dapat memperkecil flok dalam air yang dijernihkan meski dalam dosis yang berlebihan. PAC lebih cepat membentuk flok daripada koagulan biasa, sebab PAC memiliki muatan listrik positif yang tinggi sehingga PAC dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid dan dapat mengatasi serta mengurangi gaya tolak menolak elektrostatis antar partikel sampai sekecil mungkin, sehingga memungkinkan partikel-partikel koloid tersebut saling mendekat (gaya tarik menarik kovalen) dan membentuk gumpalan atau massa yang lebih besar. Daya koagulasi PAC lebih baik dan flok yang dihasilkan relatif lebih besar (Setyaningsih, 2002).

Keunggulan PAC dibanding koagulan lain sebagai berikut :

- a. PAC lebih efektif dalam menurunkan turbiditas karena endapan yang dihasilkan oleh PAC lebih banyak dan lebih padat, sedangkan endapan yang dihasilkan oleh





- tepung biji kelor dan tawas berbentuk agregat yang tidak terlalu padat (*Ramadhani et al*, 2013).
- b. PAC lebih cepat membentuk flok diakibatkan gugus aktif alumina bekerja efektif mengikat koloid yang diperkuat rantai polimer dari gugus polielektrolit sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat (*Ramadhani et al.*, 2013).
  - c. PAC lebih efektif dalam menurunkan kadar warna karena muatan positif pada PAC yang diberikan kedalam air menyebabkan terjadinya proses netralisasi dan adsorpsi partikel warna dalam air melebihi jenis koagulan lain (*Ramadhani et al*, 2013).
  - d. Penggunaan PAC menyebabkan pH air yang dihasilkan tidak terjadi pH ekstrim sehingga tidak perlu desinfektan lagi untuk pengolahan air tersebut (*Ramadhani et al.*, 2013).
  - e. PAC mengambil lebih banyak alkalinitas dibandingkan alum sehingga cenderung menurunkan pH air yang diolah lebih besar (*Gebbie*, 2005).





## 2.9 MSDS Bahan Kimia yang Digunakan

Tabel 2.2 MSDS Bahan Kimia yang Digunakan


No.	Nama Kimia dan Rumus Kimia	Informasi Hazard dan Referensi	Sifat-sifat Kimia	MSDS
1.	Naftol ( $C_{10}H_7OH$ )	 MSDS Naphthol-1  (Science Lab.com)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak mudah larut dalam air</li> <li>- Golongan asam organik</li> <li>- Berbentuk Kristal padat berwarna putih dan berbau seperti etanol</li> </ul>	Health (2)
				Fire (1)
				Reactivity (0)
				Personal Protection (E)
2.	Remazol Blue ( $C_{46}H_{44}N_3O_7S_2Na$ )	 Brilliant Blue R-250 MSDS  (Science Lab.com)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mudah larut dalam air</li> <li>- Mempunyai warna yang brilliant dengan ketahanan luntur yang baik</li> <li>- Daya afinitasnya rendah</li> </ul>	Health (1)
				Fire (1)
				Reactivity (0)
				Personal Protection (E)




## BAB II Tinjauan Pustaka

No.	Nama Kimia dan Rumus Kimia	Informasi Hazard dan Referensi	Sifat-sifat Kimia	MSDS
3.	Remazol Red ( $C_{27}H_{18}ClN_7Na_4O_{16}S_5$ )	 Reactive Red 198 MSDS (Science Lab.com)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mudah larut dalam air</li> <li>- Mempunyai warna yang brilliant dengan ketahanan luntur yang baik</li> <li>- Daya afinitasnya rendah</li> </ul>	Health (1)
				Fire (1)
				Reactivity (0)
				Personal Protection (E)
4.	Remazol Black ( $C_{26}H_{21}N_5Na_4O_{19}S_6$ )	 Reactive Black 5 MSDS (Santa Cruz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mudah larut dalam air</li> <li>- Mempunyai warna yang brilliant dengan ketahanan luntur yang baik</li> <li>- Daya afinitasnya rendah</li> </ul>	Health (0)
				Fire (1)
				Reactivity (0)
				Personal Protection (E)



No.	Nama Kimia dan Rumus Kimia	Informasi Hazard dan Referensi	Sifat-sifat Kimia	MSDS
5.	Soda Api (NaOH)	 <p>Sodium hydroxide, Pellets, Reagent ACS MSDS (Science Lab.com)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bersifat basa anorganik</li> <li>- Berbentuk kristal</li> <li>- Mudah mencair pada udara terbuka</li> <li>- Mampu menurunkan kelembapan udara</li> <li>- Dapat mengadsorpsi CO<sub>2</sub></li> </ul>	Health (3)
				Fire (0)
				Reactivity (1)
				Personal Protection (J)
6.	PAC (Aln(OH)mCl3n-m)	Polyalumini um Chloride (ACCEPTA 8399)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak mudah terbakar</li> <li>- Berwarna bening hingga kekuningan</li> <li>- Mudah larut dalam air</li> </ul>	Health (1)
				Fire (0)
				Reactivity (0)



No.	Nama Kimia dan Rumus Kimia	Informasi Hazard dan Referensi	Sifat-sifat Kimia	MSDS
	Paraffin	 WAX MSDS (Science Lab.com)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mempunyai kelenturan dan daya rekat tinggi</li> <li>- Tidak tahan lama</li> <li>- Tahan larutan alkali</li> </ul>	Health (0) Fire (1) Reactivity (0) Personal Protection (E)

### 2.10 Produksi Bersih

Produksi bersih merupakan bagian dari konsep produksi dan konsumsi yang berkelanjutan. Dengan menggunakan metodologi dan teknologi bersih diharapkan produksi bersih dalam suatu kegiatan operasional dapat menghasilkan produk akhir yang lebih berkualitas, dapat mendaur ulang sumber daya bahan baku dan dapat memanfaatkan produk samping. Produksi bersih juga merupakan suatu cara untuk membuat produk, pelayanan, dan proses lebih efisien (Ida, 2006).

Menurut KLH (Kementrian Lingkungan Hidup, 2003) Produksi bersih didefinisikan sebagai strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara



terus-menerus pada setiap kegiatan mulai dari hulu ke hilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa untuk :

- a. Meningkatkan efisiensi penggunaan sumberdaya alam
- b. Mencegah terjadinya pencemaran lingkungan
- c. Mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya Sehingga dapat meminimisasi resiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan.

Kata kunci produksi bersih dari berbagai definisi diatas dalam upaya pengelolaan lingkungan menurut Purwanto (2004) yaitu: pencegahan, proses, produk, dan jasa, peningkatan efisiensi, minimisasi resiko. Dengan demikian maka perlu perubahan sikap, manajemen yang bertanggung jawab pada lingkungan dan evaluasi teknologi yang diterapkan. Penerapan produksi bersih berarti :

- a. Proses produksi pada produksi bersih ditekankan pada konservasi bahan dan energi, pencegahan bahan-bahan berbahaya, pengurangan jumlah dan tingkat racun semua emisi dan limbah sebelum meninggalkan proses.
- b. Produk pada proses produksi bersih bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan selama siklus suatu produk, mulai dari ekstraksi bahan baku sampai ke penimbunan.
- c. Bidang jasa pada produksi bersih dipadukan dengan masalah-masalah lingkungan ke dalam perancangan dan layanan jasa.

Produksi bersih didefinisikan pula sebagai upaya penerapan yang kontinu dari suatu strategi pengelolaan lingkungan yang integral dan preventif terhadap proses, produk dan jasa untuk meningkatkan keefisiensi dan mengurangi terjadinya resiko terhadap manusia dan lingkungan Dalam penerapannya banyak pihak menggunakan istilah berbeda untuk menggambarkan tindakan produksi bersih, seperti istilah pencegahan polusi (*Pollution Prevention*), pengurangan atau minimisasi limbah (*Waste Minimization*), pengurangan sumber (*Source Reduction*),



teknologi bersih (*Clean Technology*), Teknologi lebih bersih (*Cleaner Technology*), Produksi Bersih (*Clean Production*) atau Produksi lebih bersih (*Cleaner Production*). Dari definisi dan berbagai pengertian diatas, maka istilah Produksi bersih digunakan untuk menjelaskan pendekatan secara konsep dan operasi terhadap proses dan produk, yang dapat memperkecil dampak keseluruhan daur hidup produk terhadap manusia dan lingkungan (Ida.2006).

### 2.10.1 Konsep penerapan Produksi Bersih

Menurut Ida (2006), pola pendekatan produksi bersih dalam melakukan pencegahan dan minimisasi limbah, yaitu dengan strategi 1E4R (elimination, reduce, reuse, recycle, recovery atau reclaim). Prinsip-prinsip pokok dalam strategi produksi bersih dalam "Kebijakan Nasional Produksi Bersih" dituangkan dalam 5R (rethink, reduction, reuse, recovery dan recycle). Adapun pengertian mengenai 1E4R dan 5R adalah:

- a. *Elimination* (pencegahan) adalah upaya untuk mencegah timbulan limbah langsung dari sumbernya mulai dari bahan baku, proses produksi sampai produk.
- b. *Rethink* (berfikir ulang) adalah suatu upaya untuk berfikir ulang bagi manajemen untuk memperbaiki semua proses produksi agar efisien, aman bagi manusia dan lingkungan.
- c. *Reduce* (pengurangan) adalah upaya untuk menurunkan atau mengurangi limbah yang dihasilkan dalam suatu kegiatan.
- d. *Reuse* (pakai ulang atau penggunaan kembali) adalah upaya yang memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia, atau biologi.
- e. *Recycle* (daur ulang) adalah upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memrosesnyakembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia, dan biologi.
- f. *Recovery* atau *reclaim* (pungut ulang atau ambil alih) adalah upaya mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai

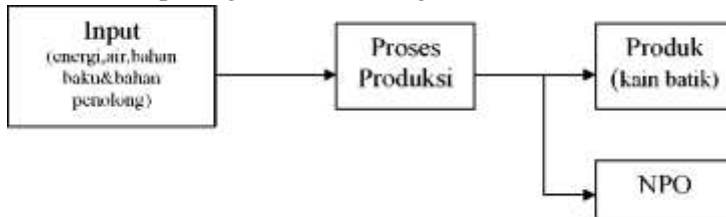




ekonomi tinggi dari suatu limbah, kemudian dikembalikan ke dalam proses produksi dengan atau tanpa perlakuan fisika, kimia, dan biologi.

### 2.10.2 Penerapan Produksi Bersih dalam industri batik

Proses produksi industri batik tradisional secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 2.6** Bagan Proses Produksi Batik Tradisional

Input adalah bahan yang akan digunakan dalam proses produksi batik yaitu bahan baku berupa kain mori, lilin batik, zat warna, bahan pembantu, bahan kimia, air dan energi. Didalam proses produksi diperlukan alat, metoda, energi, air, penataan ruang (tempat) dan tenaga kerja. Sedangkan output adalah hasil yang dikeluarkan dari serangkaian proses produksi yang dapat berupa produk jadi (kain batik), dan juga berupa limbah padat, gas dan cair (NPO) (Ida, 2006).

### 2.10.3 Reduce, Reuse dan Recycle

Menurut Enri Damanhuri (2010), konsep proses bersih di atas kemudian diterapkan lebih spesifik dalam pengelolaan sampah, dengan penekanan pada reduce, reuse dan recycle, yang dikenal sebagai pendekatan 3R. Upaya R1, R2 dan R3 adalah upaya minimasi atau pengurangan sampah yang perlu ditangani. Selanjutnya, usaha pengolahan atau pemusnahan sampah bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan bila residu



---

*BAB II Tinjauan Pustaka*

---

tersebut dilepas ke lingkungan. Sebagian besar pengolahan dan/atau pemusnahan sampah bersifat transformasi materi yang dianggap berbahaya sehingga dihasilkan materi lain yang tidak mengganggu lingkungan. Sedangkan penyingkiran limbah bertujuan mengurangi volume dan bahayanya (seperti insinerasi) ataupun pengurugan dalam tanah seperti landfilling (lahan-urug).

Menurut UU-18/2008 tentang Pengelolaan Sampah, terdapat 2 kelompok utama pengelolaan sampah, yaitu:

- a. Pengurangan sampah (*waste minimization*), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah (R1), guna-ulang (R2) dan daur-ulang (R3)
- b. Penanganan sampah (*waste handling*), yang terdiri dari:
  - Pemilahan: dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah
  - Pengumpulan: dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu
  - Pengangkutan: dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir
  - Pengolahan: dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah
  - Pemrosesan akhir sampah: dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Daur-ulang (*recycle*): residu atau limbah yang tersisa atau tidak dapat dimanfaatkan secara langsung, kemudian diproses atau diolah untuk dapat dimanfaatkan, baik sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energi (*Enri Damanhuri, 2010*).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PERCOBAAN**

#### **3.1 Variabel Percobaan**

1. Pengambilan Sampel
  - a. Tanggal pengambilan : 23 Mei 2018
  - b. Waktu pengambilan : Pukul 12.00 WIB
  - c. Tempat : Industri Batik Pak Rusdi Desa Sumurgung Kab.Tuban
2. Koagulasi
  - a. Jenis Koagulan : PAC 250, 500, 750 ppm
  - b. Kecepatan putar : 100 rpm dan 150 rpm
  - c. Waktu : 5 menit
3. Flokulasi
  - a. Kecepatan putar : 60 rpm
  - b. Waktu : 10 menit
4. Sedimentasi
  - a. Settling time : 60 menit

#### **3.2 Bahan Percobaan**

1. Limbah cair batik
2. PAC (*Poly Alumunium Chloride*)
3. HCL Pekat

#### **3.3 Alat Percobaan**

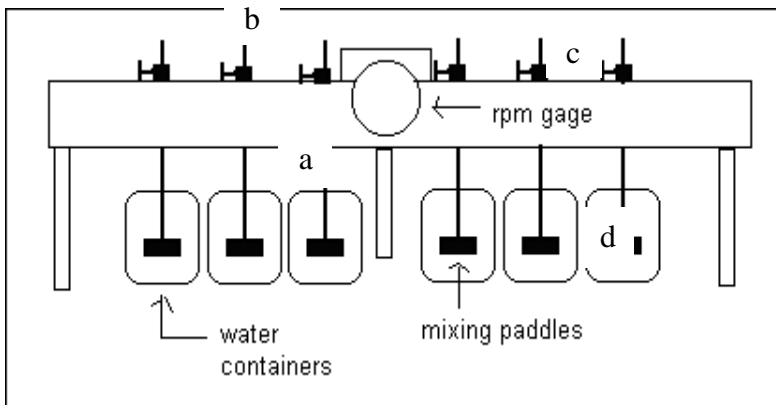
1. *Beaker glass*
2. Cawan
3. Corong
4. Gelas ukur
5. *JarTest*
6. Kaca arloji



7. Kertas saring
8. Oven
9. Pipa tetes
10. pH meter
11. Spektrofotometer
12. Timbangan elektrik

### 3.4 Skema Alat Percobaan

Pada metode yang digunakan dalam penelitian ini memiliki rancangan alat penelitian seperti pada **Gambar 3.1** dibawah ini:



**Gambar 3.1** Skema Peralatan JarTest

Berikut ini keterangan dari **Gambar 3.1** yaitu:

- a. Beaker glass
- b. Batang Pengaduk
- c. Kecepatan Pengadukan
- d. Mixing Paddles



Penjelasan dari peralatan percobaan dengan metode *JarTest* yaitu :

a. *Beaker glass*

*Beaker glass* berfungsi sebagai wadah penampung dari limbah cair batik yang digunakan untuk mengaduk dan mencampur pada proses *JarTest*.

b. Batang Pengaduk

Batang Pengaduk berfungsi sebagai alat pengaduk untuk mengerakkan *mixing paddles* dalam membentuk flok-flok setelah penambahan koagulan.

c. Kecepatan Pengadukan

Pengatur Kecepatan berfungsi untuk mencampurkan koagulan ke dalam air. Kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok-flok bila pengadukan terlalu lambat mengakibatkan lambatnya flok terbentuk dan sebaliknya apabila pengadukan terlalu cepat berakibat pecahnya flok yang terbentuk.

d. *Mixing Paddles*

*Mixing Paddles* berfungsi untuk menghomogenkan larutan limbah cair batik dengan koagulan PAC agar dapat terbentuk flok-flok.

### 3.5 Prosedur Percobaan

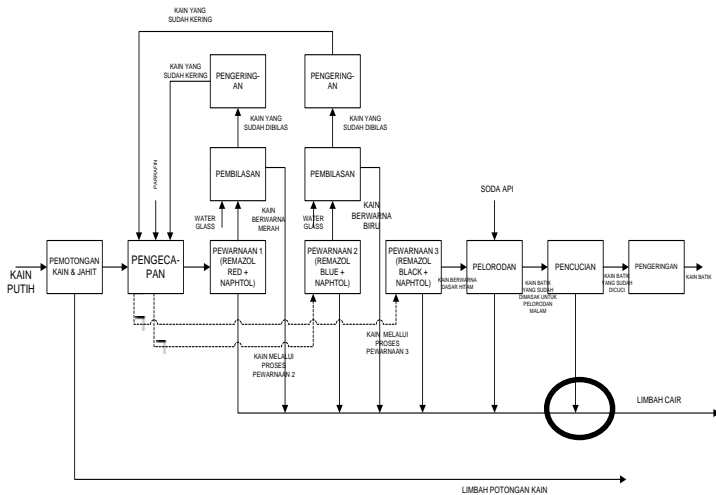
#### 3.5.1 Identifikasi Proses dan Sumber Limbahnya

##### 3.5.1.1 Identifikasi Penggunaan Bahan Baku

1. Pewarna yang digunakan menggunakan pewarna sintesis seperti Rhemazol Red, Rhemazol Black, dan Endatrin.
2. Mendesain motif batik menggunakan bahan paraffin.
3. Bahan tambahan yang digunakan yaitu water glass, soda api dan naphthol.



### 3.5.1.2 Identifikasi Proses



**Gambar 3.2** Diagram Proses Produksi Batik

### 3.5.1.3 Identifikasi Produk

1. Harga produk menengah ke bawah dengan tingkat penggunaan bahan baku dan bahan tambahan seperti zat warna, kain, paraffin (malam).

### 3.5.1.4 Identifikasi House Keeping

1. Bahan yang digunakan dalam membuat menggunakan bahan karsinogenik.
2. Tempat industri batik tidak ada pencahayaan dan penghawaan alami.
3. Pemafaatan limbah batik untuk digunakan kembali dan dijadikan produk kerajinan tangan yang lain.
4. Saluran pembuangan yang kurang membuat air berserakan akibat proses pewarnaan.



### **3.5.2 Mengukur Kualitas dan Kuantitas**

#### **3.5.2.1 Tahap Kualitas**

##### **3.5.2.1.1 Tahap Analisa BOD (SNI 6989.72:2009)**

1. Menyiapkan sampel limbah cair pewarna batik sebelum dan setelah di *JarTest*.
2. Mengukur DO 0 hari.
3. Meinkubasi sampel selama 3-5 hari.
4. Mengukur DO setelah diinkubasi.

##### **3.5.2.1.2 Tahap Analisa COD (SNI 06-6989.15-2004)**

1. Memanaskan 100 ml limbah cair pewarna batik dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N di dalam Erlenmeyer sampai suhu  $60^\circ\text{C}$ .
2. Menambahkan 10 ml  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,01 N dan menitrasiya dengan larutan  $\text{KMnO}_4$  yang distandarkan.
3. Menghitung normalitas  $\text{KMnO}_4$  yang sebenarnya.
4. Mengambil 100 ml dari limbah cair pewarna batik ke dalam Erlenmeyer sebanyak 300 ml.
5. Menambahkan 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N.
6. Memanaskan larutan tersebut hingga suhu mencapai  $70^\circ\text{C}$ , pendidihan dilakukan dengan hati-hati selama 10 menit.
7. Menambahkan dengan segera 10 ml Asam Oksalat 0,01 N.
8. Kelebihan Asam Oksalat di titrasi dengan standart  $\text{KMnO}_4$  0,01 N sampai timbul warna merah muda.
9. Apabila memerlukan larutan standart  $\text{KMnO}_4$  0,01 N lebih dari 7 ml dengan toleransi 10 ml, maka pemeriksaan diulangi dengan volume contoh limbah cair pewarna batik yang lebih sedikit dan diencerkan menjadi 100 ml.

##### **3.5.2.1.3 Tahap Analisa pH (SNI 06-6989.11-2004)**

1. Menyiapkan sampel limbah cair pewarna batik 250 ml sebelum dan sesudah di *JarTest*.



2. Memasukkan sampel limbah cair pewarna batik ke dalam erlenmeyer.
3. Mengukur pH dengan mencelupkan elektroda pH meter yang telah dikalibrasi pada sampel limbah cair pewarna batik.
4. Mencatat hasil angka yang terdapat pada display pH meter.

#### **3.5.2.1.4 Tahap Analisa TSS (SNI 06-6989.3-2004)**

1. Menyiapkan sampel limbah cair pewarna batik sebelum dan setelah di *JarTest*.
2. Menimbang kertas saring.
3. Menyaring sampel menggunakan kertas saring .
4. Menimbang kertas saring setelah proses menyaring.
5. Mengoven kertas saring yang telah ditimbang.
6. Menimbang kertas saring setelah di oven hingga konstan.

#### **3.5.2.2 Tahap Kuantitas**

##### **3.5.2.2.1 Kapasitas**

1. Mengukur volume limbah cair batik setiap satuan waktu.
2. Mengukur bahan baku yang digunakan dalam pewarnaan.

#### **3.5.3 Konsep Produksi Bersih**

##### **3.5.3.1 Reduce** (upaya menurunkan atau mengurangi limbah yang dihasilkan dalam suatu kegiatan).

1. Pengurangan jumlah bahan baku.
2. Pengurangan jumlah penggunaan air.
3. Pengurangan jumlah bahan baku tambahan.
4. Pengurangan jumlah limbah.





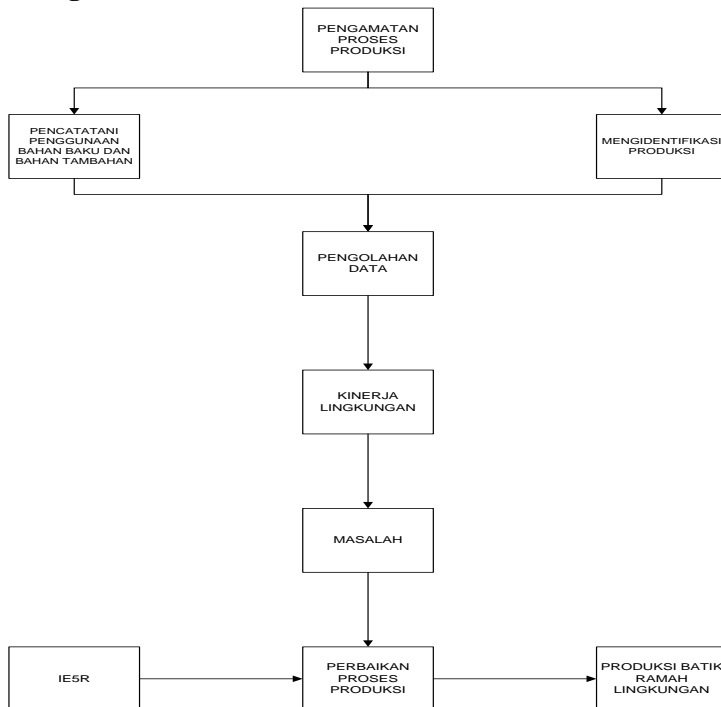
**3.5.3.2 Reuse** (upaya yang memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia, atau biologi).

1. Memisahkan paraffin dari proses pelorotan yang akan digunakan untuk pencantingan.

**3.5.3.3 Recycle** (upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memproses kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia, dan biologi)

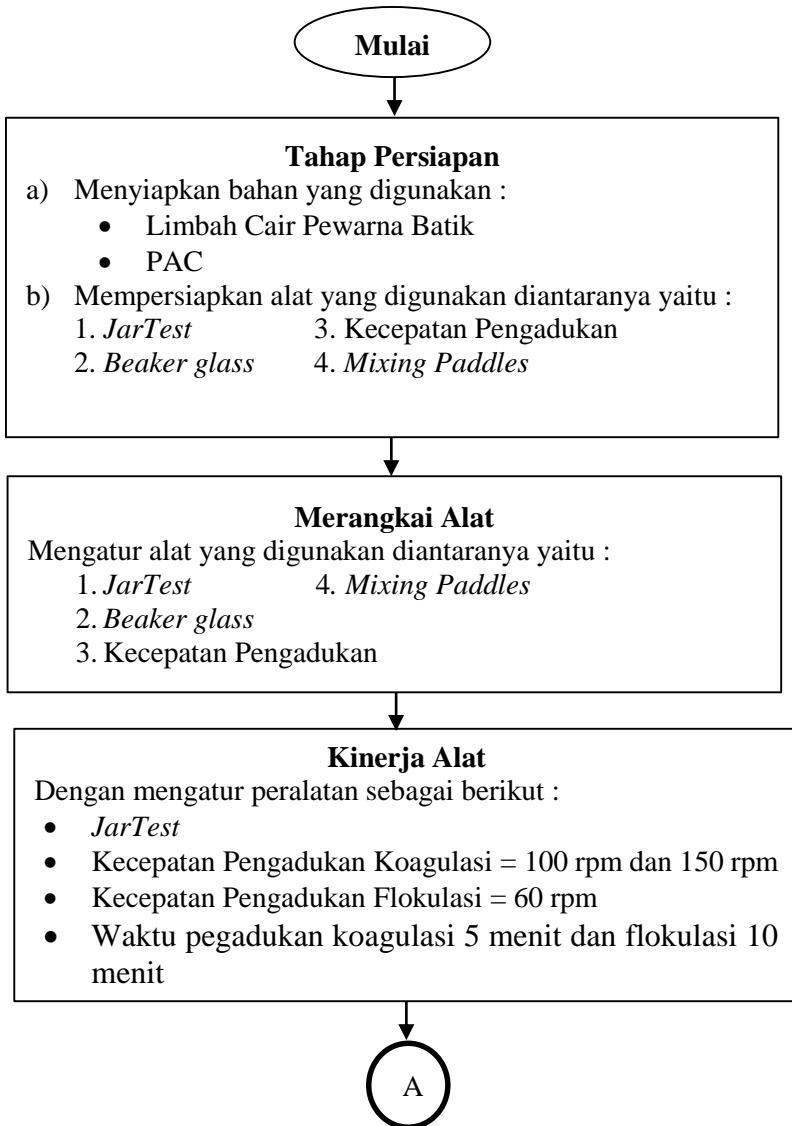
1. Mendaur ulang air.

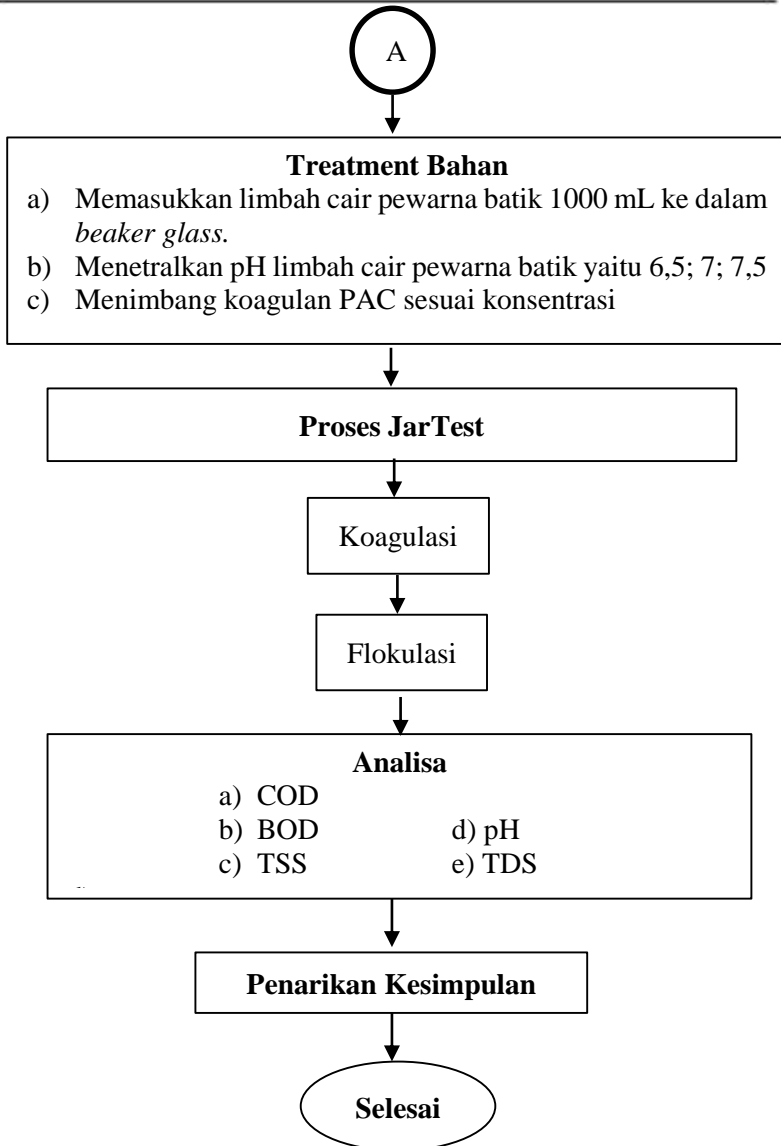
### 3.6 Diagram Alir Percobaan





### 3.6.1 Tahap Percobaan Jar Test







### 3.6.2 Tahap Analisa

Parameter	Standar SNI	Metode	Nama Pengujian	Prosedur	Foto
pH	SNI 06-6989.11-2004	pH meter	Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter	3.6.2.1	L1
TSS	SNI 06-6989.3-2004	Gravimetri	Cara uji padatan tersuspensi total ( <i>Total Suspended Solid, TSS</i> ) secara gravimetri	3.6.2.2	L2
TDS	SNI 06-6989.27-2005	Gravimetri	Cara uji kadar Padatan terlarut total secara gravimetri	3.6.2.3	L3
COD	SNI 06-6989.15-2004	Titrimetri	Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) refluks terbuka dengan	3.6.2.4	L4



			refluks terbuka secara titrimetri		
BOD	SNI 06-6989.14-2004	Yodometri	Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) refluks terbuka dengan refluks terbuka secara titrimetri	3.6.2.5	L5

### 3.6.2.1 Tahap Analisa pH

#### Tahap Percobaan

##### 1. Tahap Persiapan

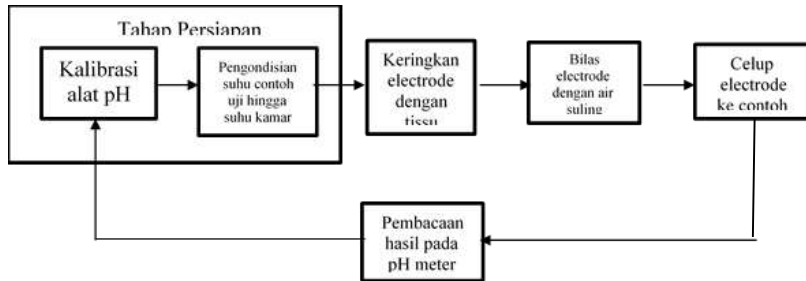
- Lakukan kalibrasi alat pH-meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.
- Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, kondisikan contoh uji sampai suhu kamar.

##### 2. Tahap Persiapan

- Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling.
- Bilas elektroda dengan contoh uji.
- Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.



- Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.



### 3.6.2.2 Tahap Analisa TSS

#### Tahap Percobaan

##### 1. Tahap Persiapan Koagulasi-Flokulasi

- Mempersiapkan alat koagulasi-flokulasi
- Menuangkan limbah cair batik ke dalam beaker glass sampai batas ukur 1000 mL.
- Menimbang koagulan PAC sesuai variabel massa

##### 2. Tahap Persiapan Kertas Saring

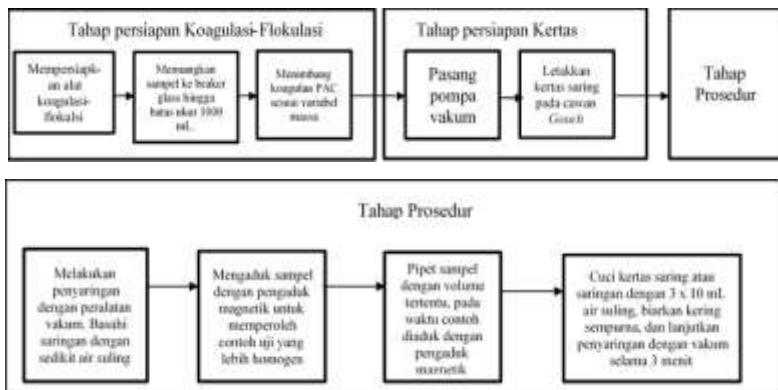
- Letakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Pasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. lanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- Pindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika digunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan.

##### 3. Tahap Prosedur

- Melakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- Mengaduk sampel dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.



- Pipet sampel dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
- Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Sampel dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.



### 3.6.2.3 Tahap Analisa TDS

#### Tahap Percobaan

##### 1. Persiapan Persiapan Kertas Saring

- Masukkan kertas saring ke dalam alat penyaring.
- Hubungkan alat saring dengan pompa penghisap dan bilas dengan air suling sebanyak 3 kali masing-masing 20 mL.
- Lanjutkan pengisapan untuk menghilangkan seluruh kotoran yang halus dalam kertas saring.
- Buang air hasil pembilasan.
- Kertas saring ini siap digunakan untuk pengujian padatan terlarut.



---

## 2. Persiapan Cawan

- Panaskan cawan yang telah bersih pada suhu  $1800\text{ C} \pm 20\text{ C}$  selama 1 jam di dalam oven.
- Pindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator.
- Setelah dingin segera timbang dengan neraca analitik.
- Ulangi langkah 1 sampai 3 sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai A1 gram).
- Jika ingin menguji padatan terlarut total yang menguap, maka masukkan cawan ke dalam tanur pada suhu  $5500\text{ C}$  selama 60 menit.
- Keluarkan cawan dari tanur menggunakan penjepit dan biarkan pada suhu kamar.
- Dinginkan dalam desikator, segera timbang dengan neraca analitik (catat sebagai A2 gram).

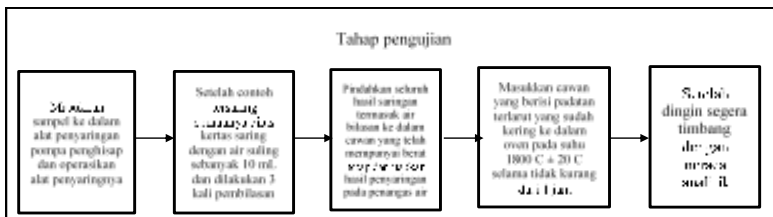
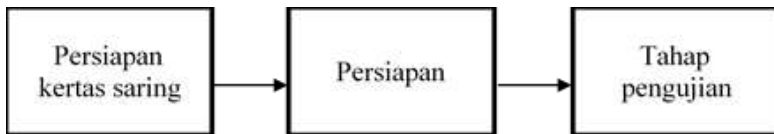
## 3. Tahap Pengujian

- Kocok contoh uji sampai homogen.
- Pipet 50 mL sampai 100 mL contoh uji, masukkan ke dalam alat penyaring yang telah dilengkapi dengan alat pompa penghisap dan kertas saring.
- Operasikan alat penyaringnya;
- Setelah contoh tersaring semuanya bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 10 mL dan dilakukan 3 kali pembilasan.
- Lanjutkan penghisapan selama kira-kira 3 menit setelah penyaringan sempurna.
- Pindahkan seluruh hasil saringan termasuk air bilasan ke dalam cawan yang telah mempunyai berat tetap.
- Uapkan hasil saringan yang ada dalam cawan sehingga kering pada penangas air.





- Masukkan cawan yang berisi padatan terlarut yang sudah kering ke dalam oven pada suhu  $1800\text{ C} \pm 20\text{ C}$  selama tidak kurang dari 1 jam.
- Pindahkan cawan dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator;
- Setelah dingin segera timbang dengan neraca analitik;
- Ulangi langkah 7 sampai 9 sehingga diperoleh berat tetap (catat sebagai B gram).



### 3.6.2.4 Tahap Analisa COD

#### Tahap Percobaan

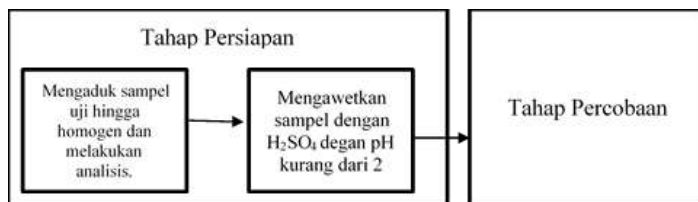
##### 1. Tahap Persiapan

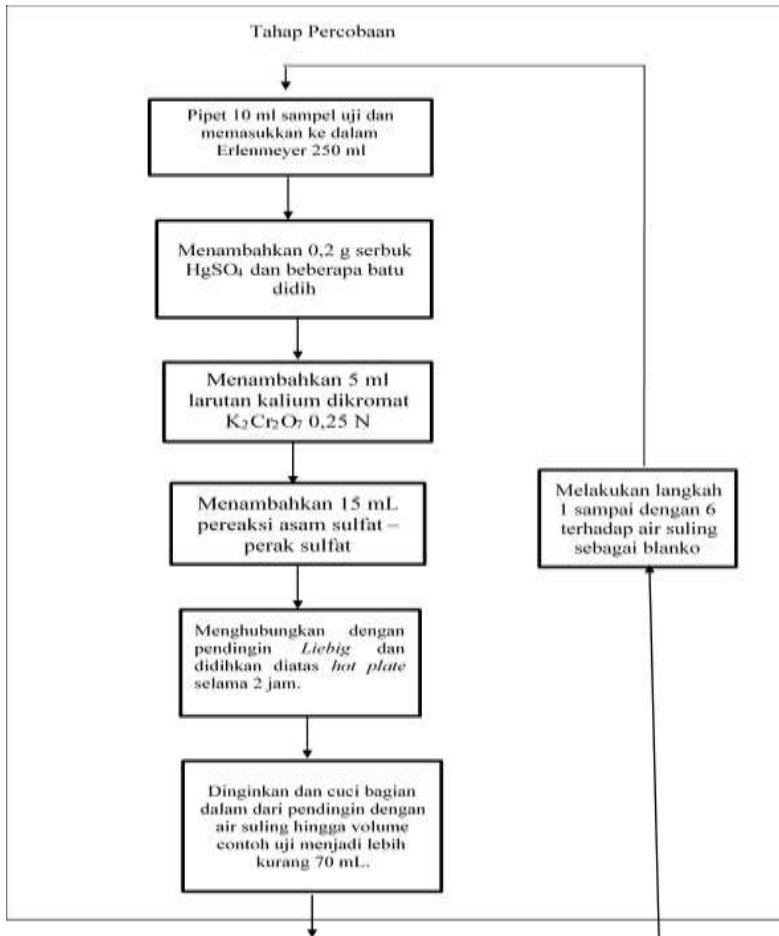
- Mengaduk sampel uji hingga homogen dan melakukan analisis.
- Sampel uji diawetkan dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan contoh uji disimpan pada pendingin  $4^\circ\text{C}$  dengan waktu simpan 7 hari.



## 2. Tahap Percobaan

- Pipet 10 ml sampel uji dan memasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml.
- Menambahkan 0,2 g serbuk  $\text{HgSO}_4$  dan beberapa batu didih.
- Menambahkan 5 ml larutan kalium dikromat  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,25 N.
- Menambahkan 15 mL pereaksi asam sulfat – perak sulfat perlahan-lahan sambil didinginkan dalam air pendingin.
- Menghubungkan dengan pendingin *Liebig* dan dididihkan diatas *hot plate* selama 2 jam.
- Dinginkan dan cuci bagian dalam dari pendingin dengan air suling hingga volume contoh uji menjadi lebih kurang 70 mL.
- Mendinginkan sampai temperatur kamar, tambahkan indikator ferroin 2 sampai dengan 3 tetes, titrasi dengan larutan FAS 0,1 N sampai warna merah kecoklatan, catat kebutuhan larutan FAS.
- Melakukan langkah 1 sampai dengan 6 terhadap air suling sebagai blanko. Catat kebutuhan larutan FAS. Analisis blanko ini sekaligus melakukan pembakuan larutan FAS dan dilakukan setiap penentuan KOK.





### 3.6.2.5 Tahap Analisa BOD

#### Tahap Percobaan

##### 1. Tahap Persiapan

- Mengambil Sampel dengan bahan wadah yang tidak mempengaruhi sampel.



- Selama menyimpan sampel usahakan suhu 4°C menyimpan sampel maksimal 24 jam.
2. Tahap Pengujian 1
- Mengatur pH pada sampel hingga 6,0-8,0 dengan menambahkan larutan NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan pengenceran tidak lebih dari 0,5 %.
  - Mengambil sampel uji 1 liter dan mengencerkan sampel hingga penurunan oksigen terlarut 2,0 mg/l.
3. Tahap Pengujian 2
- Memasukkan sampel uji kedalam botol, menutup botol uji secara hati-hati untuk menghilangkan gelembung udara.
  - Melakukan pengocokan beberapa kali dan menambahkan air bebas mineral ke sekitar mulut botol uji.
  - Mengecek nilai oksigen terlarut nol hari.
  - Menginkubasi Sampel uji selama 5 hari, setelah 5 hari dilakukan pengukuran nilai oksigen terlarut



## **BAB IV**

### **HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Identifikasi Proses Produksi dan Sumber Limbah**

##### **4.1.1 Identifikasi Proses Produksi**

Proses pembatikan pada batik di daerah Sumurgung Kabupaten Tuban secara garis besar dibagi menjadi:

1. Proses pembuatan baju

Pada proses ini, kain putih dipotong sesuai ukuran dan pola baju yang selanjutnya akan dijahit dengan menggunakan mesin penjahit hingga menjadi baju. Kain yang menjadi baju akan diproses ke proses selanjutnya

2. Proses pengecapan

Proses pembuatan batik selanjutnya adalah pengecapan dengan menggunakan lilin/malam. Pengecapan adalah proses mencetak motif pada kain dengan menggunakan canting cap. Canting cap adalah semacam stempel yang terbuat dari plat tembaga yang disusun tegak membentuk sebuah motif. Motif canting cap terdiri dari tiga bagian, **Gambar 4.1**, yaitu:

- a. Bagian muka, berupa susunan plat tembaga yang membentuk pola batik
- b. Bagian dasar, tempat melekatnya bagian muka
- c. Tangkai cap untuk memegang bila dipakai untuk mencap.



**Gambar 4.1** Bagian-Bagian Canting Cap



Cap kemudian diletakkan dan ditekan dengan kekuatan yang cukup di atas baju yang telah disiapkan. Cairan lilin/malam dibiarkan meresap ke dalam pori-pori kain baju hingga tembus ke sisi lain permukaan baju.

### 3. Proses pewarnaan

Proses pewarnaan adalah proses pemasukan zat warna ke dalam serat-serat kain baju, sehingga diperoleh warna yang dikehendaki dan tahan luntur. Proses pewarnaan ini dilakukan dengan cara pencelupan air pewarna yang diberi warna. Warna yang digunakan adalah zat warna sintesis seperti Rhemazol black, Rhemazol blue dan Rhemazol red.

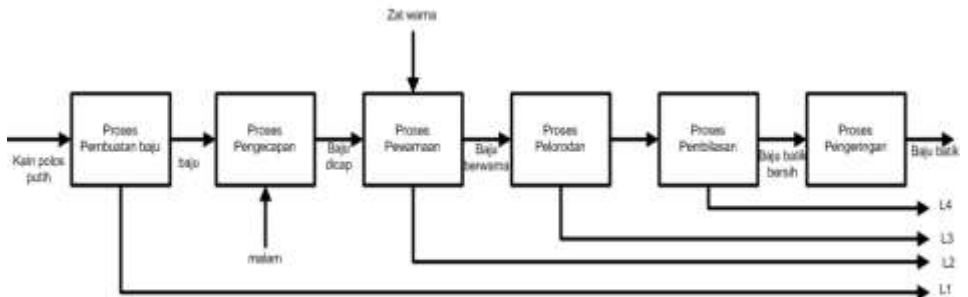
### 4. Proses pelorodan

Pelorodan adalah proses penghilangan lilin malam yang menempel pada kain mori. Menghilangkan lilin malam pada batik dapat bersifat menghilangkan sebagian atau menghilangkan keseluruhan lilin malam. Menghilangkan sebagian atau setempat adalah melepas lilin malam pada tempat-tempat tertentu dengan cara mengerok dengan alat sejenis pisau. Pelorodan yang dilakukan di akhir disebut mbabar atau ngebyok. Pelepasan lilin dilakukan dengan air panas. Lilin akan meleleh dalam air panas sehingga terlepas dari kain.

### 5. Proses pembilasan (pencucian)

Proses pembilasan adalah proses mencuci baju batik yang telah dilorod dengan menggunakan air bersih. Cara mencuci dengan mencelupkan baju pada bak air bersih dan selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan panas sinar matahari.

Berikut diagram blok dari proses produksi batik Sumurgung dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dibawah ini :



**Gambar 4.2** Diagram Blok Proses  
Produksi Batik Sumung

Penjelasan tentang diagram alir proses produksi batik Sumung pada **Gambar 4.3** terlampir di lampiran diagram alir E-1

#### 4.1.2 Identifikasi Sumber Limbah

Sumber-sumber limbah pada proses produksi batik Sumung dapat diidentifikasi dengan melihat titik-titik proses pada tabel. Berikut tabel identifikasi sumber-sumber limbah batik UMKM Pak Rusdi di Sumung.

**Tabel 4.1** Identifikasi Sumber-Sumber Limbah

No.	Sumber Limbah	Karakteristik limbah	
1.	Proses Pembuatan Baju	L1	Limbah padat berupa percaan kain
2.	Proses Pewarnaan	L2	Limbah cair yang mengandung zat warna organik (biodegradable dan non biodegradebel) dan logam berat



3.	Proses Pelorodan dan Proses Pencucian	L3	Limbah cair yang mengandung malam, zat warna organik (biodegradable dan non biodegradebel) dan logam berat
----	---	----	---

Berikut adalah gambar hasil observasi lapangan mengenai sumber-sumber limbah yang berada di UMKM Kab. Tuban, industri batik pak Rusdi di Sumurgung Tuban.



**Gambar 4.4** Sumber Limbah dari Proses Pewarnaan



**Gambar 4.5** Sumber Limbah dari Proses Pelorodan



**Gambar 4.6** Sumber Limbah dari Proses Pembilasan

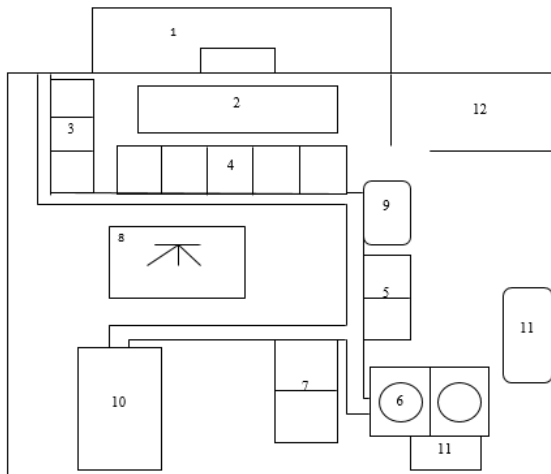




Dari gambar diatas diketahui bahwa terdapat sumber-sumber limbah yang dihasilkan dari proses produksi batik. Limbah yang dihasilkan berupa limbah cair yang kemudian dibuang pada selokan.

#### 4.2.3 Tata Letak Produksi

Secara sederhana dan dengan tidak memperhatikan skala, layout produksi UMKM dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.



**Gambar 4.7** Layout Tata Letak Produksi  
di UMKM Batik Sumurgung

#### Keterangan:

1. Pengecapan dan tempat pemotongan kain
2. Tempat kain yang sudah di cap dengan malam
3. Pewarnaan dasar
4. Pewarna + naftol
5. Pewarna akhir
6. Pelorodan
7. Air pembilasan
8. Tempat pengeringan

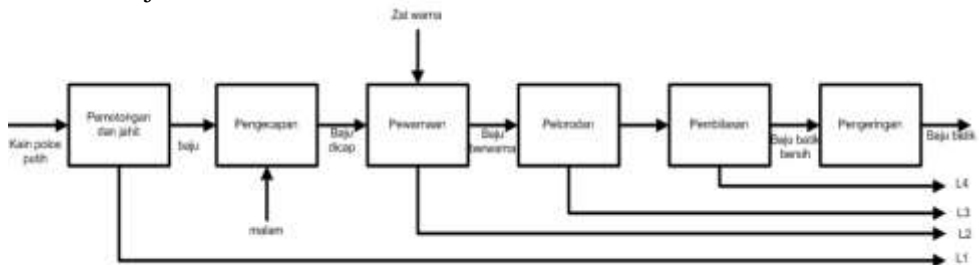


9. Toilet
10. Tempat penampung limbah
11. Sisa-sisa malam
12. Gudang

## 4.2 Karakteristik Air Limbah

### 4.2.1 Kualitas Air Limbah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air limbah cair batik yang dihasilkan dari proses produksi maka perlu diketahui secara detail mengenai kandungan yang ada pada limbah cair batik dari UMKM Kab. Tuban, Pak Rusdi. Berikut diagram blok uji kualitas air limbah.



**Gambar 4.8** Uji Kualitas Air Limbah

Dari gambar diatas diketahui terdapat limbah cair dengan volume yang besar, warna yang pekat, berbau menyengat. Untuk mengetahui kualitas dari air limbah cair perlu dilakukan uji parameter seperti keasamaan (pH), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolve Solid* (TDS). Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan-bahan kimia pendukung dan zat warna dalam proses produksi batik. Berikut hasil analisa uji parameter kualitas air limbah batik UMKM Kab. Tuban, Pak Rusdi.

**Tabel 4.2** Karakteristik Limbah Cair Industri Batik Sumurgung

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
1.	TDS	mg/L	569	150
2.	TSS	mg/L	550	50
3.	COD	mg/L	655	150
4.	BOD	mg/L	680	60

Dari hasil analisa diatas diketahui bahwa kualitas air limbah masih diatas baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri / kegiatan usaha lainnya pada limbah tekstil.

#### **4.2.2 Kuantitas Air Limbah**

Berdasarkan blok diagram pada **Gambar IV.2** diketahui kuantitas air limbah dari sumber-sumber limbah yang dihasilkan dari proses produksi pembuatan batik. Data primer kuantitas air limbah didapatkan secara langsung dengan metode wawancara dengan pemilik UMKM industri batik di desa sumurgung, kabupaten tuban yang bernama pak Rusdi.

Industri batik Sumurgung melakukan produksi setiap hari dengan kapasitas rata-rata 50 potong baju batik per hari, dengan proses pewarnaan, proses pelorodan dan proses pembilasan baju batik hasil produksi dilakukan di satu tempat dengan menggunakan beberapa bak. Berikut data kuantitas air limbah dari sumber-sumber limbah yang dihasilkan dari proses produksi pembuatan baju batik.

**Tabel 4.3** Limbah Cair Dari Sumber-Sumber

No.	Kode Limbah	Sumber Limbah	Kuantitas
1	S2	Proses Pewarnaan	200 L/d
2	S3	Proses Pelorodan	900 L/d
3	S4	Proses Pembilasan	1500 L/d

**a. Pewarnaan**

Pewarnaan menggunakan zat pewarna sintetis yaitu naphtol, indigosol, rapide. Proses pembuatan warna dengan zat kimia naphtol menggunakan campuran garam diazo sebagai pembangkit warna, menggunakan perbandingan zat warna dan garam 1:2 yaitu 0,75 gram : 1,5 gram, dan air 4 liter. Pada pewarnaan indigosol dicampurkan dengan natrium nitrit, pewarnaan menggunakan zat warna indigosol dengan 8 liter air panas dan 8 liter air dingin yang akan digunakan untuk mencelup dimana terdapat 10 bak dan 2 bak memiliki warna yang sama. Kapasitas dari masing-masing bak 20 L dapat digunakan mencelupkan 15 kodi pakaian.

**b. Pelorodan**

Pelorodan ini dilakukan pada akhir proses pembuatan batik disebut dengan mbabar atau ngebyok. Pelepasan malam yang menempel pada pakaian dilakukan dengan menggunakan air panas. Air yang berada di dalam 2 drum berkapasitas 900 L di beri energi pemanasan dengan membakar kayu hingga berbiji-biji agar air mendidih. Lilin akan meleleh dalam air panas sehingga terlepas dari kain diambil kembali dengan gayung dan ditempatkan pada wadah lilin bekas. Untuk kain pewarnaan dengan warna sintetis air panasnya diberi soda abu.

**c. Pembilasan**

Proses pembilasan membutuhkan air bersih setiap harinya sangat banyak, yaitu  $\pm 1500$  L dalam membilas 15 kodi dengan motif pakaian batik yang sama atau berbeda. Untuk menghilangkan



sisa malam yang masih menempel perlu dilakukan 3 kali pembilasan agar sisa malam yang menempel larut dalam air.

### **4.3 Penerapan Produksi Bersih**

#### **4.3.1 Strategi Pengolahan Limbah**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara penerapan produksi dengan menggunakan pola pendekatan produksi bersih. Pola pendekatan produksi bersih dalam melakukan pencegahan dan pengurangan limbah yaitu dengan menggunakan strategi 3R (Reduce, Reuse dan Recycle).

##### **A. Reduce**

Reduce adalah upaya menurunkan atau mengurangi timbulan limbah dari sumbernya. Prinsip dari reduce adalah minimalisasi limbah yang dihasilkan. Upaya dalam mengurangi limbah yang timbul yaitu :

1. Mengurangi jumlah bahan baku seperti mempola ulang kain agar sisa kain yang dihasilkan berupa perca kain kecil-kecil.
2. Mengurangi jumlah penggunaan air, sehingga air sisa dari proses produksi yang dibuang tidak terlalu besar sehingga limbah yang dihasilkan dapat berkurang.
3. Mengurangi bahan baku pewarna sistesis dengan mengganti bahan baku pewarna alami agar dapat mengurangi timbulnya limbah yang berbahaya seperti :
  - Warna Rhemazol red diganti dengan pewarna alami dari pohon secang dan pohon mengkudu yang menghasilkan warna merah.
  - Warna Rhemazol black diganti dengan pewarna alami dari pohon mahoni yang menghasilkan warna hitam.
  - Warna Rhemazol blue diganti dengan pewarna alami dari pohon indigo yang menghasilkan warna biru.



- Warna Rhemazol yellow diganti dengan pewarna alami dari daun pohon mangga yang menghasilkan warna kuning.
4. Memperbaiki sistem tata produksi
- Mengurangi kehilangan bahan baku, produk dan energy sebagai akibat adanya tumpahan dalam bak produksi
  - Menempatkan peralatan dengan baik untuk menghindari terjadinya tumpahan dan kontaminan dalam bak produksi.
  - Menyediakan dan menggunakan penampung tetesan dan tumpahan
  - Mencegah tercampurnya aliran limbah dari sumber yang berbeda

## **B. Reuse**

Reuse (pakai ulang/penggunaan kembali) adalah upaya memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia atau biologi. Limbah yang dihasilkan dari proses produksi yang masih dapat digunakan kembali akan mengurangi timbulnya limbah yang keluar dari sumbernya. Sehingga penggunaannya lebih efisien dan tidak menambah biaya produksi batik. Upaya yang dapat dilakukan untuk memakai ulang limbah yang dihasilkan yaitu:

1. Penggunaan kembali sisa malam dari proses pengecapan yang masih bisa digunakan untuk mengecap baju batik selanjutnya.
2. Penggunaan kembali sisa pewarna sintetis yang masih berada di bak pewarnaan sehingga dapat mengurangi limbah yang timbul dari proses pewarnaan.



### **C. Recycle**

Recycle (daur ulang) adalah upaya mendaur ulang limbah dengan memprosesnya kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia dan biologi. Proses produksi batik terdapat limbah cair berupa air, maka perlu adanya perlakuan fisika dan kimia dalam memisahkan air dan partikel. Air dapat digunakan kembali dalam proses pewarnaan, proses pelorodan, dan proses pembilasan pada produksi batik dengan mengetahui karakteristiknya.

#### **4.3.2 Hasil Pengolahan Limbah**

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap penurunan nilai TDS, TSS, COD dan BOD pada proses koagulasi-flokulasi. Proses koagulasi-flokulasi dilakukan 3 tahap, yaitu pertama pengadukan cepat selama 5 menit dengan kecepatan 100 rpm dan 150 rpm, kedua pengadukan lambat selama 10 menit dengan kecepatan 60 rpm dan ketiga dengan pengendapan 60 menit. Limbah cair batik dikondisikan pada pH 6,5, 7 dan 7,5 dengan penambahan koagulan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L. Data percobaan yang dihasilkan sebagai berikut:



**Tabel 4.4** Hasil Penelitian Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kecepatan Pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10')

pH	ANALISA PARAMTER											
	TDS			TSS			COD			BOD		
	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L
6,5	208	156	141	163	123	93	258	198	150	230	142	94
7	182	144	132	138	97	67	236	184	147	208	126	78
7,5	182	156	144	120	80	50	214	160	139	196	102	60

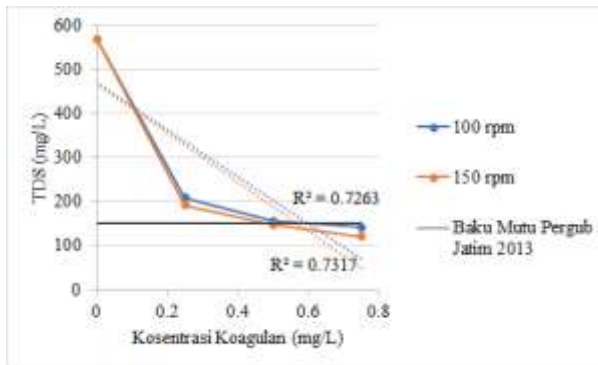
**Tabel 4.5** Hasil Penelitian Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Kecepatan Pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10')

pH	ANALISA PARAMTER											
	TDS			TSS			COD			BOD		
	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L	0,25 gr/L	0,5 gr/L	0,75 gr/L
6,5	192	148	120	134	89	48	230	187	143	202	108	86
7	164	136	116	108	69	41	207	152	139	178	84	52
7,5	127	102	83	98	50	36	192	144	128	154	60	48





- **Proses koagulasi flokulasi dengan pH 6,5**



**Gambar 4.9** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan

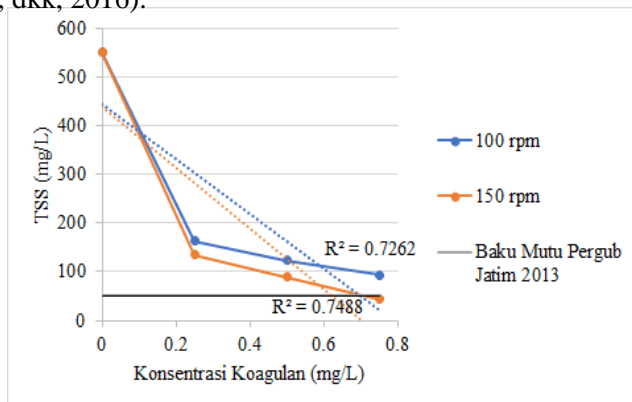
**Gambar 4.9**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap pemisahan padatan terlarut memiliki kecenderungan penurunan nilai TDS. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai TDS. Didapatkan nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 208 mg/L, 156 mg/L, 141 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 192 mg/L, 148 mg/L dan 120 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan sebanyak 0,75 gr/L dan kecepatan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,5 gr/L dan 0,75 gr/L sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum TDS sebesar 150 mg/L. sedangkan nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan



sebanyak 0,25gr/L dan 0,5 gr/L dan kecepatan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,25 gr/L tidak sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan, semakin baik proses koagulasi berlangsung. Hal ini disebabkan karena pengadukan membantu proses pencampuran koagulan kedalam air, proses destabilisasi partikel dan penggabungan presipitat yang terbentuk menjadi flok-flok sehingga semakin tinggi kecepatan pengadukan, maka pertumbuhan flok akan semakin besar. Akan tetapi kecepatan pengadukan yang berlebihan maupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi penyisihan padatan. Kecepatan pengadukan yang melebihi kecepatan pengadukan maksimum tidak lagi memperbesar ukuran flok, karena flok sudah berada pada kondisi jenuh. Penambahan kecepatan pengadukan akan menurunkan persentase efektifitas koagulasi karena flok-flok akan terurai kembali menjadi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap (Selvi, dkk, 2016).



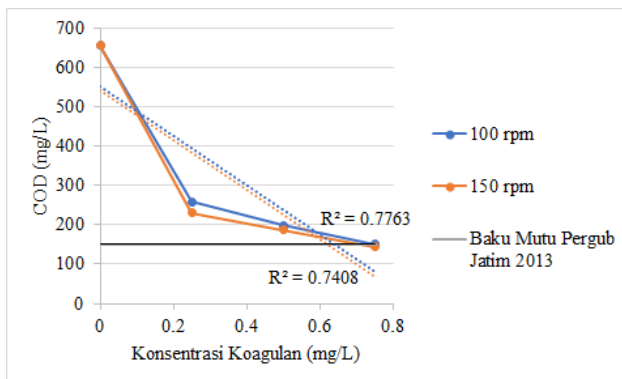
**Gambar 4.10** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TSS



**Gambar 4.10**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap total suspense solid (TSS) memiliki kecenderungan penurunan nilai TSS. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai TSS. Didapatkan nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 163 mg/L, 123 mg/L, 93 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 134 mg/L, 89 mg/L dan 48 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L, 0,5 gr/L, 0,75 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L dan 0,5 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum TSS sebesar 50 mg/L, sedangkan nilai TSS pada kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak kation yang dihasilkan dari koagulan, semakin banyak pula partikel-partikel koloid dalam limbah yang dinetralkan dan membentuk flok. Pada penambahan konsentrasi koagulan yang berlebihan maka nilai TSS akan meningkat, hal ini terjadi karena adanya proses absorpsi kation yang berlebihan oleh partikel-partikel koloid dalam limbah sehingga menyebabkan deflokulasi atau restabilitas koloid (Yustinawati, 2016).



**Gambar 4.11** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai COD

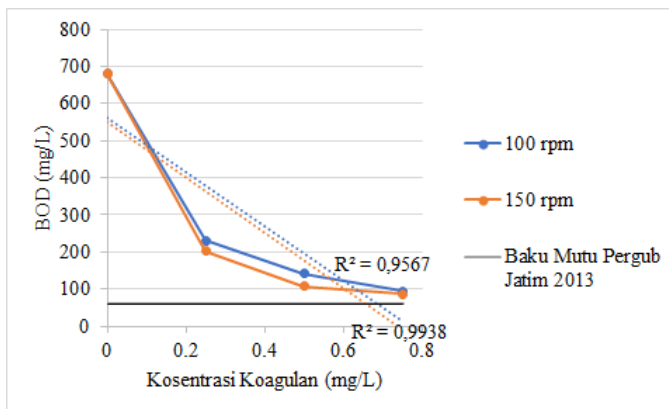
**Gambar 4.11**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap Chemical Oxygen Demand (COD) memiliki kecenderungan penurunan nilai COD. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai COD. Didapatkan nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 258 mg/L, 198 mg/L, 150 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 230 mg/L, 187 mg/L dan 143 gr/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L dan 0,5 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum



COD sebesar 150 mg/L, sedangkan nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa koagulasi dengan PAC dapat menurunkan nilai COD karena sebagian besar partikulat yang berada dalam air limbah telah terikat dan mengendap bersama dengan koagulan sehingga menurunkan jumlah partikel yang berada dalam air limbah. Penurunan COD ini disebabkan flok yang terbentuk oleh ion senyawa organik berikatan dengan ion koagulan yang bersifat positif. Molekul-molekul pada limbah terbentuk menjadi flok, partikel koloid pada limbah bersifat mengikat partikel atau senyawa lain yang ada pada limbah. Dengan menurunnya jumlah partikel, maka oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik juga menurun, sehingga nilai COD setelah koagulasi juga rendah (Retno, 2015).



**Gambar 4.12** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai BOD

**Gambar 4.12**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) memiliki



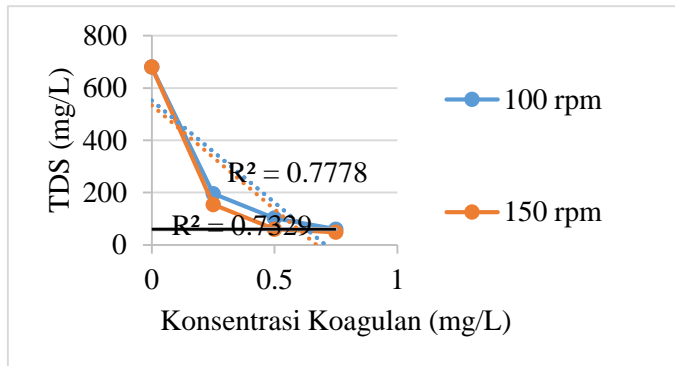
kecenderungan penurunan nilai BOD. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai BOD. Didapatkan nilai BOD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 230 mg/L, 142 mg/L, 94 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 202 mg/L, 108 mg/L dan 86 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L, 0,5 gr/L dan 0,75 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum BOD sebesar 60 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka, bahwa bakteri gram positif dan negatif dapat terflokulasi oleh protein yang terdapat dalam kandungan koagulan yang berupa koagulan alami/biokoagulan yang memiliki sifat antimikroba sehingga mengakibatkan kematian mikroorganisme yang berperan untuk mendegradasi bahan organik dalam sampel (*Irmayana, dkk, 2017*).



- **Proses koagulasi flokulasi dengan pH 7**



**Gambar 4.13** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TDS

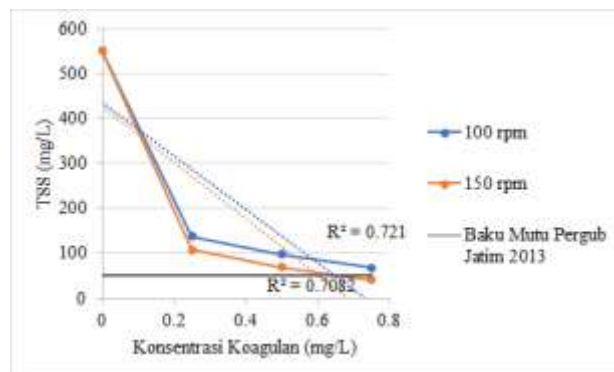
**Gambar 4.13**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap pemisahan padatan terlarut memiliki kecenderungan penurunan nilai TDS. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai TDS. Didapatkan nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 182 mg/L, 144 mg/L, 132 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 164 mg/L, 136 mg/L dan 116 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dan kecepatan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,5 gr/L dan 0,75 gr/L sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum TDS sebesar 150 mg/L. sedangkan nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dan kecepatan



150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,25 gr/L tidak sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan, semakin baik proses koagulasi berlangsung. Hal ini disebabkan karena pengadukan membantu proses pencampuran koagulan kedalam air, proses destabilisasi partikel dan penggabungan presipitat yang terbentuk menjadi flok-flok sehingga semakin tinggi kecepatan pengadukan, maka pertumbuhan flok akan semakin besar. Akan tetapi kecepatan pengadukan yang berlebihan maupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi penyisihan padatan. Kecepatan pengadukan yang melebihi kecepatan pengadukan maksimum tidak lagi memperbesar ukuran flok, karena flok sudah berada pada kondisi jenuh. Penambahan kecepatan pengadukan akan menurunkan persentase efektifitas koagulasi karena flok-flok akan terurai kembali menjadi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap (Selvi, dkk, 2016).



**Gambar 4.14** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TSS

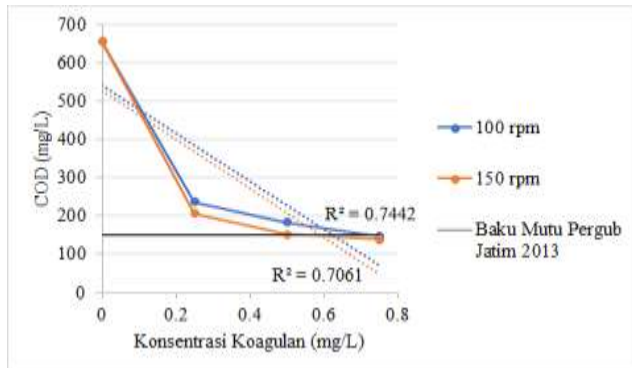




**Gambar 4.14**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap total suspended solid (TSS) memiliki kecenderungan penurunan nilai TSS. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai TSS. Didapatkan nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 138 mg/L, 97 mg/L, 57 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 108 mg/L, 69 mg/L dan 41 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L, 0,5 gr/L, 0,75 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L dan 0,5 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum TSS sebesar 50 mg/L, sedangkan nilai TSS pada kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak kation yang dihasilkan dari koagulan, semakin banyak pula partikel-partikel koloid dalam limbah yang dinetralkan dan membentuk flok. Pada penambahan konsentrasi koagulan yang berlebihan maka nilai TSS akan meningkat, hal ini terjadi karena adanya proses absorpsi kation yang berlebihan oleh partikel-partikel koloid dalam limbah sehingga menyebabkan deflokulasi atau restabilitas koloid (Yustinawati, 2016).



**Gambar 4.15** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai COD

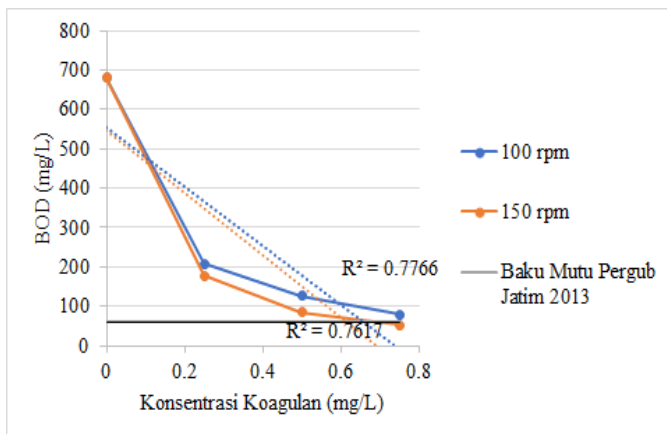
**Gambar 4.15**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap *Chemical Oxygen Demand* (COD) memiliki kecenderungan penurunan nilai COD. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai COD. Didapatkan nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 236 mg/L, 184 mg/L, 147 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 207 mg/L, 152 mg/L dan 139 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L dan 0,5 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum COD sebesar 150 mg/L, sedangkan nilai COD pada kecepatan



pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa koagulasi dengan PAC dapat menurunkan nilai COD karena sebagian besar partikulat yang berada dalam air limbah telah terikat dan mengendap bersama dengan koagulan sehingga menurunkan jumlah partikel yang berada dalam air limbah. Penurunan COD ini disebabkan flok yang terbentuk oleh ion senyawa organik berikatan dengan ion koagulan yang bersifat positif. Molekul-molekul pada limbah terbentuk menjadi flok, partikel koloid pada limbah bersifat mengikat partikel atau senyawa lain yang ada pada limbah. Dengan menurunnya jumlah partikel, maka oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik juga menurun, sehingga nilai COD setelah koagulasi juga rendah (Retno, 2015).



**Gambar 4.16** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai BOD

**Gambar 4.16,** terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) memiliki



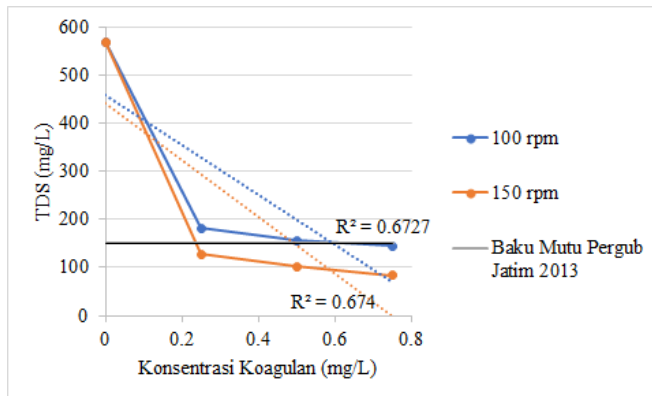
kecenderungan penurunan nilai BOD. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai BOD. Didapatkan nilai BOD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 208 mg/L, 126 mg/L, 78 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 178 mg/L, 84 mg/L dan 52 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai BOD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L, 0,5 gr/L, 0,75 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L dan 0,5 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum BOD sebesar 60 mg/L, sedangkan nilai BOD pada kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka, bahwa bakteri gram positif dan negatif dapat terflokulasi oleh protein yang terdapat dalam kandungan koagulan yang berupa koagulan alami/biokoagulan yang memiliki sifat antimikroba sehingga mengakibatkan kematian mikroorganisme yang berperan untuk mendegradasi bahan organik dalam sampel (Irmayana, dkk, 2017).



- **Proses koagulasi flokulasi dengan pH 7,5**



**Gambar 4.17** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TDS

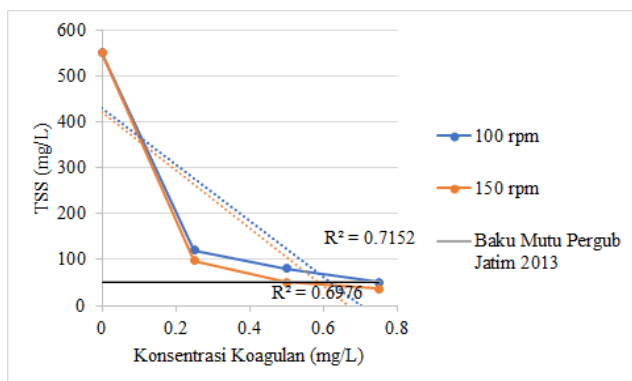
**Gambar 4.17**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap pemisahan padatan terlarut memiliki kecenderungan penurunan nilai TDS. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai TDS. Didapatkan nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 182 mg/L, 156 mg/L, 144 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 127 mg/L, 102 mg/L dan 83 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan 0,75 gr/L dan kecepatan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,25 gr/L, 0,5 gr/L dan 0,75 gr/L sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum



TDS sebesar 150 mg/L. sedangkan nilai TDS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan 0,25 gr/L dan 0,5 gr/L tidak sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan, semakin baik proses koagulasi berlangsung. Hal ini disebabkan karena pengadukan membantu proses pencampuran koagulan kedalam air, proses destabilisasi partikel dan penggabungan presipitat yang terbentuk menjadi flok-flok sehingga semakin tinggi kecepatan pengadukan, maka pertumbuhan flok akan semakin besar. Akan tetapi kecepatan pengadukan yang berlebihan maupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi penyisihan padatan. Kecepatan pengadukan yang melebihi kecepatan pengadukan maksimum tidak lagi memperbesar ukuran flok, karena flok sudah berada pada kondisi jenuh. Penambahan kecepatan pengadukan akan menurunkan persentase efektifitas koagulasi karena flok-flok akan terurai kembali menjadi partikel-partikel kecil yang sulit mengendap (Selvi, dkk, 2016).



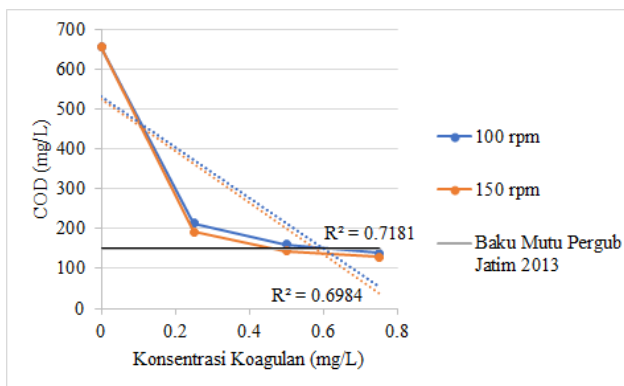
**Gambar 4.18** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai TSS



**Gambar 4.18**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap *total suspended solid* (TSS) memiliki kecenderungan penurunan nilai TSS. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai TSS. Didapatkan nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 120 mg/L, 80 mg/L, 50 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 98 mg/L, 50 mg/L dan 36 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,5 gr/L, 0,75 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum TSS sebesar 50 mg/L, sedangkan nilai TSS pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,75 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan 0,5 gr/L dan 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka semakin banyak kation yang dihasilkan dari koagulan, semakin banyak pula partikel-partikel koloid dalam limbah yang dinetralkan dan membentuk flok. Pada penambahan konsentrasi koagulan yang berlebihan maka nilai TSS akan meningkat, hal ini terjadi karena adanya proses absorpsi kation yang berlebihan oleh partikel-partikel koloid dalam limbah sehingga menyebabkan deflokulasi atau restabilitas koloid (Yustinawati, 2016).



**Gambar 4.19** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai COD

**Gambar 4.19**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap Chemical Oxygen Demand (COD) memiliki kecenderungan penurunan nilai COD. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai COD. Didapatkan nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 214 mg/L, 160 mg/L, 139 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 192 mg/L, 144 mg/L dan 128 mg/L.

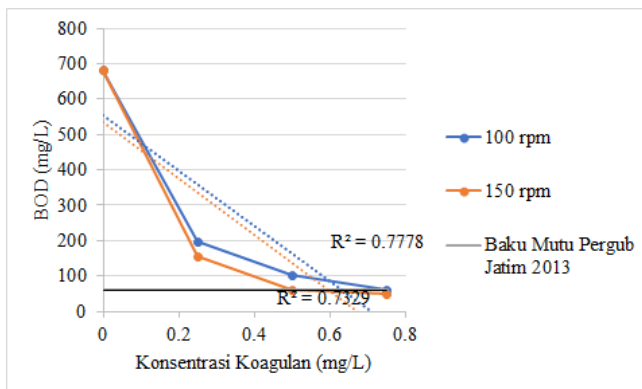
Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L, 0,5 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum





COD sebesar 150 mg/L, sedangkan nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,75 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,5 gr/L dan 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa koagulasi dengan PAC dapat menurunkan nilai COD karena sebagian besar partikulat yang berada dalam air limbah telah terikat dan mengendap bersama dengan koagulan sehingga menurunkan jumlah partikel yang berada dalam air limbah. Penurunan COD ini disebabkan flok yang terbentuk oleh ion senyawa organik berikatan dengan ion koagulan yang bersifat positif. Molekul-molekul pada limbah terbentuk menjadi flok, partikel koloid pada limbah bersifat mengikat partikel atau senyawa lain yang ada pada limbah. Dengan menurunnya jumlah partikel, maka oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik juga menurun, sehingga nilai COD setelah koagulasi juga rendah (Retno, 2015).



**Gambar 4.20** Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Penambahan Koagulan PAC terhadap Nilai BOD

**Gambar 4.20**, terlihat bahwa efektifitas koagulasi terhadap *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) memiliki



kecenderungan penurunan nilai BOD. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap nilai BOD. Didapatkan nilai BOD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 196 mg/L, 102 mg/L, 60 mg/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebesar 0,25 gr/L; 0,5 gr/L; 0,75 gr/L yaitu 154 mg/L, 60 mg/L dan 48 mg/L.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai BOD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L, 0,5 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,25 gr/L tidak sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri / kegiatan Usaha lainnya pada Limbah Tekstil yang menyatakan batas maksimum COD sebesar 60 mg/L, sedangkan nilai COD pada kecepatan pengadukan 100 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,75 gr/L dan kecepatan pengadukan 150 rpm (5'), 60 rpm (10') dengan penambahan koagulan PAC sebanyak 0,5 gr/L dan 0,75 gr/L sesuai dengan baku mutu.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan maka, bahwa bakteri gram positif dan negatif dapat terflokulasi oleh protein yang terdapat dalam kandungan koagulan yang berupa koagulan alami/biokoagulan yang memiliki sifat antimikroba sehingga mengakibatkan kematian mikroorganisme yang berperan untuk mendegradasi bahan organik dalam sampel (Irmayana, dkk, 2017).

## BAB V NERACA MASSA

### 5.1 Neraca Massa

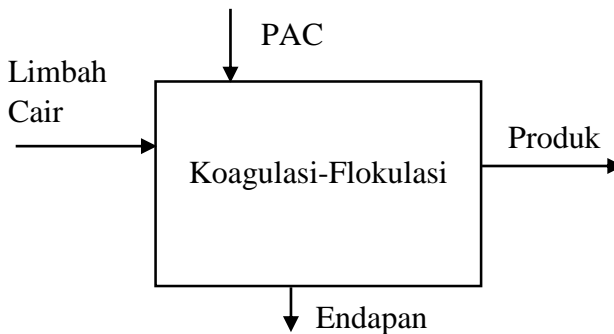
#### 5.1.1 Neraca Massa Overall

Asumsi Skala Pabrik

Jumlah Limbah Cair Batik : 2,6 m<sup>3</sup>/hari

Basis Massa : 1 Kg

#### Neraca Massa Overall Pengolahan Limbah Cair Batik Koagulasi-Flokulasi



**Tabel 5.1** Neraca Massa Overall Proses Koagulasi dan Flokulasi Limbah Batik

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
Limbah Cair Batik	2.592,605	Produk	2.251,082
PAC	0,15	Endapan	341,673
<b>Total</b>	<b>2.592,755</b>	<b>Total</b>	<b>2.592,755</b>



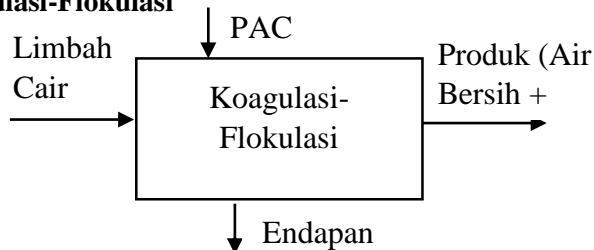
### 5.1.2 Neraca Massa Komposisi

Asumsi Skala Pabrik

Kapasitas : 2,6 meter<sup>3</sup>/hari

Basis Massa : 1 Kg

#### Neraca Massa Komposisi Pengolahan Limbah Cair Batik Koagulasi-Flokulasi

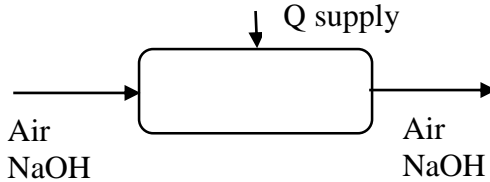


**Tabel 5.2** Neraca Massa Komposisi Proses Koagulasi dan Flokulasi Limbah Batik

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
<b>Limbah Cair Batik</b>		<b>Produk</b>	
Air	2.592,2	Air	2.250,7
Naphthol	0,018	Naphthol	0,018
Paraffin	0,3	Paraffin	0,29
Rhemazol red	0,045	Rhemazol red	0,038
Rhemazol black	0,018	Rhemazol black	0,015
Water Glass	0,015	Water Glass	0,012
Soda Api	0,009	Soda Api	0,009
	2.592,605		2.251,082
<b>PAC</b>	0,15	<b>Endapan</b>	341,673
<b>Total</b>	<b>2.592,755</b>	<b>Total</b>	<b>2.592,755</b>

## BAB VI NERACA PANAS

### 6.1 Neraca Panas Proses Pelorodan



**Gambar 6.1** Neraca Panas Proses Pelorodan

$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$

No.	Komponen	Massa	Cp		T	$\Delta T$	$\Delta H$
1	Air	900	1,005	cal/gr $^{\circ}\text{C}$	30	5	4522,5
2	NaOH	9	1,00416	cal/gr $^{\circ}\text{C}$	30	5	45,1872
<b>Total</b>		<b>909</b>	<b>Total</b>				<b>4567,687</b>

$Q_{\text{total masuk}} = 4567,6872 \text{ cal}$

No.	Komponen	Massa	Cp		T	$\Delta T$	$\Delta H$
1	Air	900	1,005	cal/groC	100	75	67837,5
2	NaOH	9	1,00416	cal/groC	100	75	677,808
<b>Total</b>		<b>909</b>	<b>Total</b>				<b>68515,31</b>

$Q_{\text{total keluar}} = 68515,308 \text{ cal}$

$Q_{\text{supply}} = 68515,308 \text{ cal} - 4567,6872 \text{ cal}$   
 $= 63947,62$

#### Heat Balance

Q in		Q out	
Q masuk	4567,687	Q tot	68515,308
Q supply	63947,62		
<b>Total</b>	<b>68515,31</b>	<b>Total</b>	<b>68515,31</b>



*Halaman Sengaja Dikosongkan*

## BAB VII ESTIMASI BIAYA

Kapasitas produksi alat pengolah limbah cair batik adalah 1 unit/hari, dengan rincian sebagai berikut :

### 7.1 Peralatan (*Equipment*)

Berikut merupakan beberapa kebutuhan peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi :

**Tabel 7.1** Biaya Investasi Peralatan per Bulan

No	Keterangan	Jumlah	Harga per Unit (Rp)	Lifetime (Bulan)	Biaya (Rp/Bulan)
1.	Gentong	3	150.000	36	450.000
2.	Kaca fiber	2	300.000	36	600.000
3.	Timbangan	1	500.000	36	500.000
4.	Mixer	1	5.500.000	36	5.500.000
5.	Pompa	1	800.000	36	800.000
6.	Pipa	3	300.000	36	300.000
7.	Valve	4	400.000	36	400.000
<b>Total</b>					8.550.000

### 7.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku

Berikut merupakan beberapa kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi :

**Tabel 7.2** Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Hari

No	Keterangan	Kuantitas	Satuan	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	HCl	0,6	Liter	80.000	48.000
2.	PAC	0,15	Kg	20.000	3.000
3.	NaOH	0,05	Kg	60.000	3.000
<b>Total</b>					54.000

### 7.3 Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan dalam proses industri ini yaitu:

**Tabel 7.3** Biaya Utilitas per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Air	78 m <sup>3</sup>	6.000	468.000
2.	Listrik	550 kWh	1.300	715.000
<b>Total</b>				1.184.000

### 7.4 Biaya Pendukung Lainnya

Pada proses produksi ini terdapat beberapa biaya pendukung lainnya yang terdiri dari gaji karyawan, sewa bangunan, dan *maintenance* peralatan.

**Tabel 7.4** Biaya Pendukung Lainnya per Bulan

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Gaji karyawan	2 orang	3.000.000	6.000.000
2.	Sewa bangunan	-	5.000.000	5.000.000





3.	Maintenance peralatan	-	1.500.000	1.500.000
<b>Total</b>				12.500.000

### 7.5. Fixed Cost (FC)

*Fixed cost* atau biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

**Tabel 7.5** Biaya Pendukung Lainnya per Bulan

No	Keterangan	Total Biaya (Rp)
1.	Investasi alat	8.550.000
2.	Utilitas	1.184.000
3.	Lain-lain	12.500.000
<b>Total</b>		22.234.000

### 7.6 Variable Cost (VC)

*Variable cost* atau biaya variabel total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi.

1. Biaya Variabel per Produksi = 54.000
2. Biaya Variabel selama 1 Bulan = 54.000x 26  
= Rp 14.040.000

### 7.7 Total Cost (TC)

*Total cost* atau biaya total produksi merupakan hasil penjumlahan *fixed cost* dan *variable cost*. Hasil TC dalam waktu satu bulan, yaitu :

$$TC = FC + VC$$

$$TC = 22.234.000 + 14.040.000$$

$$TC = \text{Rp } 36.274.000$$



### 7.8 Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

#### 1. HPP

$$\begin{aligned} \text{HPP} &= \frac{\text{TC}}{\text{Jumlah Produk Per Bulan}} \\ \text{HPP} &= \text{Rp } 1.395.153,84 \end{aligned}$$

#### 2. Harga Jual

$$\text{Harga Jual} = \frac{\text{HPP}}{(1 - \% \text{Mark Up})}$$

$$\text{Harga Jual} = \text{Rp } 1.743.942,308$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Laba} &= \text{Harga Jual} - \text{HPP} \\ &= 1.743.942,308 - 1.395.153,84 \\ &= \text{Rp } 348.788,467 \end{aligned}$$

#### 4. Hasil Penjualan per Bulan

$$\text{Hasil Penjualan/Bulan} = \text{Harga Jual} \times \text{Jumlah Produk/Bulan}$$

$$\text{Hasil Penjualan/Bulan} = 1.743.942,308 \times 26$$

$$\text{Hasil Penjualan/Bulan} = \text{Rp } 45.342.500,01$$

#### 5. Laba per Bulan

$$\text{Laba/Bulan} = \text{Laba} \times \text{Jumlah Produk/Bulan}$$

$$\text{Laba/Bulan} = 348.788,467 \times 26$$

$$\text{Laba/Bulan} = \text{Rp } 9.068.500,142$$

#### 6. Laba per Tahun

$$\text{Laba/Tahun} = \text{Laba/Bulan} \times 12$$

$$\text{Laba/Tahun} = 9.068.500,142 \times 12$$

$$\text{Laba/Tahun} = \text{Rp } 108.822.001,7$$



## 7.9 Break Event Point (BEP)

*Break event point* (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan.

### 7.9.1 Metode Perhitungan (Aljabar)

- a) Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{P - VC}$$

$$\text{BEP} = 13,15 \text{ unit}$$

- b) Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - (VC/P)}$$

$$\text{BEP} = \text{Rp } 22.944.459,76$$

Keterangan :

- Data *fixed cost* diperoleh dari Tabel 7.5
- P merupakan Harga Jual dimana data diperoleh pada sub bab 7.4 Harga Penjualan Produk (HPP)
- VC merupakan biaya variabel per produksi dimana data diperoleh dari sub bab 7.2 *Variable Cost*.

### 7.9.2 Metode Grafik

Perhitungan data pada produksi 6 unit alat

- Total Penghasilan = unit alat x harga jual  
= 6 x Rp 1.743.942,308  
= Rp 10.463.653,85
- *Fixed cost* diperoleh dari Tabel D.5 yaitu Rp 22.234.000
- *Variable cost* = unit alat x *variable cost* per produksi  
= 6 x Rp 54.000  
= Rp 324.000



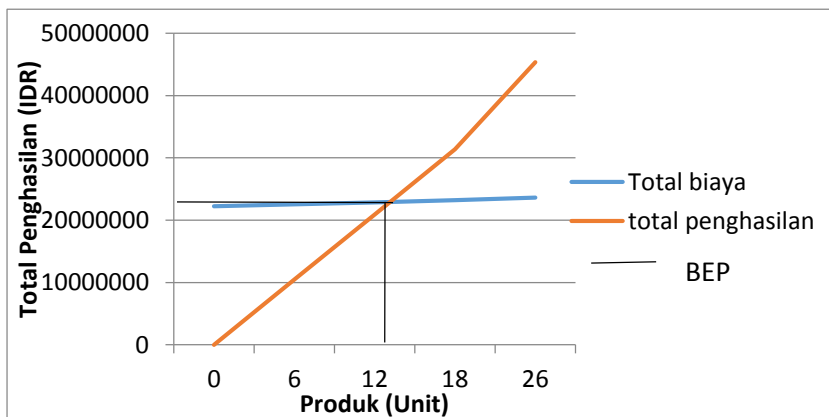
- Total biaya = *Fixed cost + Variable cost*  
 = Rp 22.234.000 + Rp 324.000  
 = Rp 22.558.000

Kemudian untuk produksi selanjutnya dilakukan perhitungan dengan cara yang sama seperti produksi 6 unit alat. Sehingga diperoleh tabel perhitungan biaya penjualan sebagai berikut :

**Tabel 7.6** Perhitungan Biaya Penjualan

Unit	Total Penghasilan (Rp)	Fixed Cost (Rp)	Variable Cost (Rp)	Total Biaya (Rp)
0	0	22.234.000	0	22.234.000
6	10.463.654	22.234.000	324.000	22.558.000
12	20.927.308	22.234.000	648.000	22.882.000
18	31.390.962	22.234.000	972.000	23.206.000
26	45.342.500	22.234.000	1.404.000	23.638.000

Dari **Tabel 7.6**, maka dapat dibuat **Grafik 7.1** sehingga dapat diketahui BEP.



**Grafik 7.1** Grafik Break Even Point (BEP)



Keterangan :

BEP = *Break Even Point*

TC = *Total Cost* (Total Biaya)

TR = *Total Revenue* (Total Penghasilan)

VC = *Variabel cost*

Dari grafik tersebut diketahui bahwa BEP berada pada titik produksi unit ke 13,15 unit dengan BEP rupiah yang didapatkan sebesar Rp 22.944.459,76

### 7.10 Perhitungan Biaya Produksi Per Liter

Jumlah Limbah = 2600 L

Harga Jual = Rp. 1.743.942,308

$$\begin{aligned}\text{Biaya Produksi Per Liter} &= \frac{\text{Harga Jual}}{\text{Jumlah Limbah}} \\ &= \frac{\text{Rp.1.743.942,308}}{2600} \\ &= \text{Rp. 670,747}\end{aligned}$$

## **BAB VIII**

### **PENUTUP**

#### **8.1. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada UMKM Kab. Tuban, Pak Rusdi, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil identifikasi proses produksi terdapat 5 proses produksi batik yaitu proses pembuatan baju, proses pengecapan, proses pewarnaan, proses pelorodan dan proses pembilasan. Sumber-sumber limbah dihasilkan dari proses pembuatan baju, proses pewarnaan, proses pelorodan dan proses pembilasan. Proses pembuatan pakaian terdapat limbah padat berupa potongan kain dari hasil pembuatan baju. Sumber limbah cair dihasilkan dari proses pewarnaan, proses pelorodan dan proses pembilasan. Sumber limbah padat dihasilkan dari proses pembuatan baju.
2. Hasil kualitas air limbah dilakukan pengukuran uji parameter seperti TDS, TSS, COD, dan BOD untuk mengetahui karakteristik limbah dari sumber-sumbernya. Limbah cair dihasilkan dari 3 proses yaitu proses pewarnaan 200 L, proses pelorodan 900 L dan proses pembilasan 1500 L dan hasil uji awal parameter seperti TDS 569 mg/l, TSS 550 mg/l, COD 655 mg/l, dan BOD 680 mg/l masih belum sesuai dengan peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri pada Limbah Tekstil.
3. Hasil penerapan produksi bersih dilakukan pencegahan dan pengurangan limbah dengan strategi 3R (Reduce, Reuse, dan Recycle). Hasil analisa yang diperoleh yaitu pengaruh kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan PAC terhadap penurunan nilai TDS, TSS, COD, dan BOD adalah



semakin tinggi kecepatan pengadukan semakin baik proses koagulasi sehingga nilai yang didapatkan adalah semakin turun.

## 8.2 Saran

1. Tata letak setiap proses produksi yang tidak efisien mengakibatkan produksi batik menghasilkan banyak limbah yang berceceran sehingga perlu adanya penataan ulang setiap proses produksi.
2. Mengurangi penggunaan bahan baku kimia dengan mengganti perlahan-lahan pada bahan baku alami seperti penggunaan zat warna alami dari tumbuh-tumbuhan sehingga dapat mengurangi timbulnya limbah dari sumbernya.
3. Proses pewarnaan yang menggunakan cara di celup tidak efisien karena dalam pencelupan akan terjadi tumpahan dari bak, maka dilakukan penguasan dalam proses pewarnaan menjadi efisien.

## DAFTAR NOTASI

NOTASI	KETERANGAN	SATUAN
m	Massa	gram
V <sub>c</sub>	Volume Tangki	m <sup>3</sup> /L
V	Volume	Liter
t	Waktu	Menit
TDS	Total Dissolved Solid	mg/L
TSS	Total Suspended Solid	mg/L
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>	mg/L
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	mg/L



## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kdasi , A., Idris, A., Saed, K. dan Guan , C.T. (2004). *Treatment of Textile Wastewater by Advanced Oxidation Processes*. Global Nset the Int. J. Vol. 6 No. 3, hal 222-230
- Boyd, C.E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University Alabama, hal 482.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Manurung, R. R. (2004). *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*. Jurnal e-USU Repository. <http://library.usu.ac.id/download/ft/tkimia-renita2> (Diakses tanggal 2 Januari 2018 19.25 WIB)
- Mathur, N. B. (2005). *Assessing Mutagenicity of Textile Dyes From Pali (Rajasthan) Using Ames Biossay. Applied ecology and environmetal research* , 4(1), hal 111-118
- Purwaningsih, I. (2008). *Pengolahan Limbah Cair Induustri Batik CV Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta Dengan Metode Elektrogulasi Ditinjau Dari Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Warna*. <http://wordskripsi.blogspot.co.id/2010/07/pengolahan-limbah-cair-industri-batik.html> (Diakses tanggal 4 Januari 2018, 13.30 WIB)
- Purwanto. (2004). *Produksi Bersih dan Eco-Efficiency Sektor Industri Menuju Pembangunan Berkelanjutan. Talk Show Produksi Bersih KMB Jawa Tengah*. 4 Desember. Semarang.
- Rahmawati, S. B. (2009). *Pengaruh ph pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Alumunium Sulfat dan Ferri Klorida*. Jurnal Teknologi Lingkungan. Vol. 5 No. 2, hal 40-45
- Sastrya, R.W. (2015). *Sejarah Industrialisasi Batik Di Kampung Batik Jetis Sidoarjo Tahun . Yogy1970-2013*. E-Journal Pendidikan Sejarah, 3(3), hal 480-486

- Seheryanto, D. (2015). *Penggunaan Natrium Silikat pada Proses Pelorodan Batik Terhadap Pelepasan Lilin dan Kekuatan Tarik Kain*.  
<http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/507/467> (Diakses tanggal 3 Januari 2018, 19.45 WIB)
- Selvi, A. dkk (2016). *Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Tekanan Pemompaan pada Kombinasi Proses Koagulasi dan Membran Ultrafiltrasi dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Karet*. Jom FTEKNIK. Vol. 3 No. 1, hal 1-9
- Sulaeman. (2004). *Kajian Penerapan Produksi Bersih pada Industri Batik*. E-Journal Kemenperin.  
<http://ejournal.kemenperin.go.id/dkb/article/view/1109>.  
 (Diakses tanggal 2 Januari 2018, 20.15 WIB)
- Suprihatin, H. (2014). *Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo dan Alternatif Pengolahannya*.  
<https://ejournal.unri.ac.id/index.php/JKL/article/.../2430/2390>. (Diakses tanggal 2 Januari 2018, 20.42 WIB)
- Susanto, S.S.K. (1980). *Seni Kerajinan Batik Indonesia, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik*. Departemen Perindustrian. Yogyakarta.
- Yusak, A., dan Adi, K (2011). *Keeksotisan Batik Jawa Timur*. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Yustinawati. dkk. (2009). *Efektifitas Poly Aluminium Chloride (PAC) pada Pengolahan Limbah Lumpur Pemboran Sumur Minyak*.  
<https://media.neliti.com/media/publications/202284-efektifitas-poly-aluminium-chloride-pac.pdf>. (Diakses tanggal 1 Juni 2018, 20.11 WIB)

## **APPENDIX A**

### **NERACA MASSA**

#### **A.1 Komposisi Limbah Cair Batik**

Asumsi : Skala Pabrik

Kapasitas produksi : 2,3 meter<sup>3</sup>/hari

Basis massa : 1 Kg

Berikut Adalah hasil pengujian limbah cair batik di Laboratorium Utilitas dan Konsultasi Industri.

Menghitung Massa Air Limbah 23°C

Densitas Air = 997 Kg/m<sup>3</sup> (*Geankoplis, 2003*)

Volume Air = 2,6 m<sup>3</sup>

Massa Air = Densitas x Volume  
= 2.592,2 Kg

Perhitungan Massa Air limbah Hasil Treatment

Densitas Produk = 1 Kg/ m<sup>3</sup>

Volume Produk = 2.250,7m<sup>3</sup>

Massa Total = Densitas x Volume  
= 2.250,7 Kg

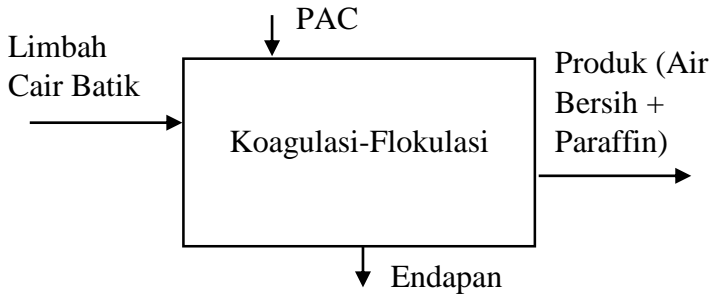
Berikut adalah hasil pengujian komponen limbah cair batik di Laboratorium Utilitas dan Konsultasi Industri

**Tabel A.2** Komposisi Limbah Cair Batik

<b>Komponen</b>	<b>Kadar %</b>
Air	0,06
Naphthol	0,18
Paraffin	2,9
Rhemazol red	0,38
Rhemazol black	0,15
Water Glass	0,12
Soda Api	0,09

## A.2 Neraca Massa

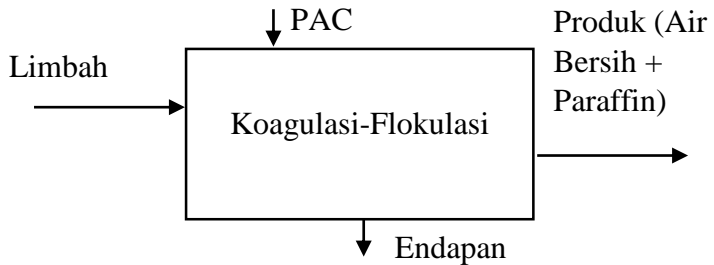
### A.2.1 Neraca Massa Overall Pengolahan Limbah Cair Batik



**Tabel V.1** Neraca Massa Overall Proses Koagulasi dan Flokulasi Limbah Batik

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
Limbah Cair Batik	2.592,605	<b>Produk</b>	
		Paraffin	0,29
		Air	2250,7
		Lain-Lain	0,092
PAC	0,15		2251,082
		<b>Endapan</b>	341,673
<b>Total</b>	<b>2.592,755</b>	<b>Total</b>	<b>2.592,755</b>

### A.2.2 Neraca Massa Komposisi Pengolahan Limbah Cair Batik



**Tabel V.2** Neraca Massa Komposisi Proses Koagulasi dan Flokulasi Limbah Batik

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
<b>Limbah Cair Batik</b>		<b>Produk</b>	
Air	2.592,2	Air	2.250,7
Napthol	0,018	Napthol	0,018
Paraffin	0,3	Paraffin	0,29
Rhemazol red	0,045	Rhemazol red	0,038
Rhemazol black	0,018	Rhemazol black	0,015
Water Glass	0,015	Water Glass	0,012
Soda Api	0,009	Soda Api	0,009
	2.592,605		2251,082
<b>PAC</b>	0,15	<b>Endapan</b>	341,673
<b>Total</b>	2.592,755	<b>Total</b>	2.592,755

## **APPENDIX B**

### **NERACA PANAS**

#### **B.1 Data Perhitungan**

Asumsi Skala Pabrik

Kapasitas = 900 L/hari

Satuan Panas = Cal

Suhu *reference* ( $T_{ref}$ ) = 25°C

#### **Q Masuk**

$$\Delta T_{air} = T_{awal} - T_{ref} = 30^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{NaOH} = T_{awal} - T_{ref} = 30^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta H_{air} = m \cdot C_p \cdot \Delta T_{air} = 900 \text{ gr} \times 1,005 \text{ cal/gr}^{\circ}\text{C} \times 5^{\circ}\text{C} = 4522,5 \text{ cal}$$

$$\Delta H_{NaOH} = m \cdot C_p \cdot \Delta T_{NaOH} = 9 \text{ gr} \times 1,00416 \text{ cal/gr}^{\circ}\text{C} \times 5^{\circ}\text{C} = 45,1872 \text{ cal}$$

$$Q_{total \text{ masuk}} = \Delta H_{air} + \Delta H_{NaOH} = 4522,5 \text{ cal} + 45,1872 \text{ cal} = 4567,6872 \text{ cal}$$

#### **Q Keluar**

$$\Delta T_{air} = T_{awal} - T_{ref} = 100^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{NaOH} = T_{awal} - T_{ref} = 100^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta H_{air} = m \cdot C_p \cdot \Delta T_{air} = 900 \text{ gr} \times 1,005 \text{ cal/gr}^{\circ}\text{C} \times 25^{\circ}\text{C} = 67837,5 \text{ cal}$$

$$\Delta H_{NaOH} = m \cdot C_p \cdot \Delta T_{NaOH} = 9 \text{ gr} \times 1,00416 \text{ cal/gr}^{\circ}\text{C} \times 25^{\circ}\text{C} = 677,808 \text{ cal}$$

$$Q_{total \text{ keluar}} = \Delta H_{air} + \Delta H_{NaOH} = 67837,5 \text{ cal} + 677,808 \text{ cal} = 68515,31 \text{ cal}$$

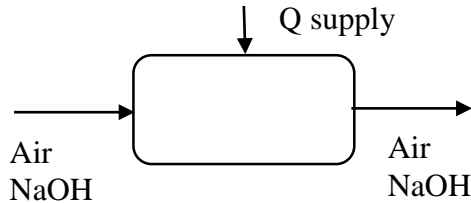
$$Q_{Supply} = Q_{Masuk} - Q_{Keluar}$$

$$= 4567,6872 \text{ cal} - 68515,31 \text{ cal}$$

## Appendix B – Perhitungan Neraca Panas

$$= 63947,62$$

### Neraca Panas pada Proses Pelorodan



**Gambar B.1** Neraca Panas Proses Pelorodan

#### Q Masuk

No.	Komponen	Massa	Cp	T	$\Delta T$	$\Delta H$
1	Air	900	1,005 cal/gr°C	30	5	4522,5
2	NaOH	9	1,00416 cal/gr°C	30	5	45,1872
<b>Total</b>		<b>909</b>	<b>Total</b>			<b>4567,687</b>

#### Q Keluar

No.	Komponen	Massa	Cp	T	$\Delta T$	$\Delta H$
1	Air	900	1,005 cal/groC	100	75	67837,5
2	NaOH	9	1,00416 cal/groC	100	75	677,808
<b>Total</b>		<b>909</b>	<b>Total</b>			<b>68515,31</b>

#### Heat Balance

Q in		Q out	
Q masuk	4567,687	Q tot	68515,308
Q supply	63947,62		
<b>Total</b>	<b>68515,31</b>	<b>Total</b>	<b>68515,31</b>

## APPENDIX C

### PERHITUNGAN ANALISA

#### C.1 Perhitungan Nilai TSS (*Total Suspended Solid*)

$$TSS \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{V \text{ sampel}}$$

Keterangan:

Keterangan :

A : Berat kertas saring + residu kering, mg

$$TSS \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{(560,6 - 10,6) \times 1000}{1000 \text{ mL}} = 560 \text{ mg/L}$$

#### C.2 Perhitungan Nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*)

- **Membuat Larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N**

BM  $\text{KMnO}_4$  = 158 gram/mol

V larutan = 1000 mL

$$M = N/e$$

$$M = \frac{0,01}{1} = 0,01 \text{ M}$$

$$M = \frac{\text{massa}}{BM} \times \frac{1000}{V \text{ ml}}$$

$$0,01 = \frac{\text{massa}}{158} \times \frac{1000}{1000}$$

$$\text{massa} = 1,58 \text{ gram}$$

Untuk membuat larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N, dibutuhkan 1,58 gr padatan  $\text{KMnO}_4$  dan dilarutkan dalam 1000 mL aquades.

- **Membuat Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N**

BM  $\text{H}_2\text{SO}_4$  = 98 gram/mol

V larutan = 500 mL

$\rho \text{ H}_2\text{SO}_4$  = 1,84 gram/mL



$$M = N/e$$

$$M = \frac{8}{2} = 4 M$$

$$M = \frac{\rho \times \% \times 10}{BM}$$

$$M = \frac{1,84 \times 98 \times 10}{98}$$

$$M = 18,4 M$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$18,4 \times V_1 = 4 \times 500$$

$$V_1 = 108,6 \text{ mL}$$

Untuk membuat larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N, dibutuhkan 108,6 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% dan dilarutkan dengan aquadest dalam labu ukur 500 mL.

- **Membuat Larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,01 N**

$$BM \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 90 \text{ gram/mol}$$

$$V \text{ larutan} = 500 \text{ mL}$$

$$M = N/e$$

$$M = \frac{0,01}{2} = 0,005 M$$

$$M = \frac{\text{massa}}{BM} \times \frac{1000}{V \text{ ml}}$$

$$0,005 = \frac{\text{massa}}{90} \times \frac{1000}{500}$$

$$\text{massa} = 0,225 \text{ gram}$$

Untuk membuat larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,01 N, dibutuhkan 0,225 gr padatan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  dan dilarutkan dalam 500 mL aquades.

- **Menghitung Normalitas  $\text{KMnO}_4$  Melalui Standarisasi  $\text{KMnO}_4$  dengan Asam Oksalat**

$$V \text{ asam oksalat} = 10 \text{ mL}$$

$$\text{Normalitas asam oksalat} = 0,01 N$$

$$V \text{ KMnO}_4 = 1,8 \text{ mL}$$

$$N \text{ KMnO}_4 = \frac{10 \text{ mL} \times 0,01 \text{ N}}{\text{Volume KMnO}_4 \text{ mL}}$$

$$N \text{ KMnO}_4 = \frac{10 \times 0,01}{1,8} = 0,056 \text{ N}$$

- **Menghitung Kadar COD**

Pengenceran sampel = 10 mL sampel + aquadest (dalam 250 mL labu ukur)

$$= 250 \text{ mL} / 10 \text{ mL}$$

$$= 25 \text{ kali pengenceran}$$

$$\text{Volume FAS titrasi blanko} = 12,4 \text{ mL}$$

$$\text{Volume FAS titrasi sampel} = 6,5$$

$$\text{Kadar COD} \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)$$

$$= \frac{(12,4 - 6,5) \times 0,056 \times 1000 \times 25 \times 8}{100}$$

$$\text{Kadar COD} \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 655 \text{ mg/L}$$

### C.3 Perhitungan Nilai BOD

- Rumus mencari BOD

$$\text{BOD} \left( \text{mg} \frac{\text{O}_2}{\text{L}} \right) = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) \times (1 - P)}{P}$$

Keterangan:

$X_0$  = OT sampel pada  $t=0$

$X_5$  = OT sampel pada  $t=5$

$B_0$  = OT blanko pada  $t=0$

$B_5$  = OT blanko pada  $t=5$

- Rumus mencari OT

$$\text{OT} = \frac{A \times N \times 8000}{V - 4}$$

Keterangan:

OT = Oksigen terlarut (mg/L)

A = Volume titrasi

N = Normalitas

V = Volume Erlenmeyer

- **Menghitung Normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  Melalui Standarisasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  dengan Asam sulfat**

V asam sulfat = 10 mL

Normalitas asam oksalat = 0,01 N

V  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  = 1,05 mL

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 = \frac{10 \text{ mL} \times 0,01 \text{ N}}{\text{Volume KMnO}_4 \text{ mL}}$$

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 = \frac{10 \times 0,01}{1,05} = 0,0954 \text{ N}$$

P = 0,002

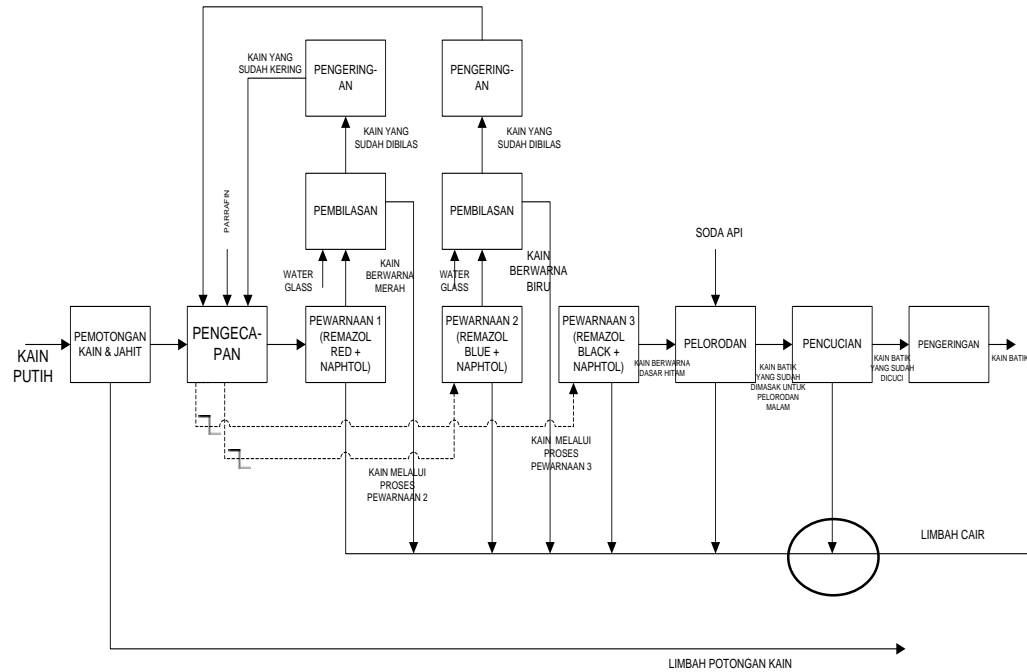
$$X_0 = \frac{4,5 \times 0,0954 \times 8000}{250 - 4} = 13,96$$

$$X_5 = \frac{1,2 \times 0,0954 \times 8000}{250 - 4} = 3,75$$

$$B_5 = \frac{1,6 \times 0,0954 \times 8000}{250 - 4} = 5,1$$

$$\begin{aligned} & BOD \left( mg \frac{O_2}{L} \right) \\ &= \frac{(13,96 - 3,75) - (13,96 - 5,1) \times (1 - 0,002)}{0,002} \\ &= 680 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

## Diagram Alir Proses Batik



D-1

## Lampiran 2

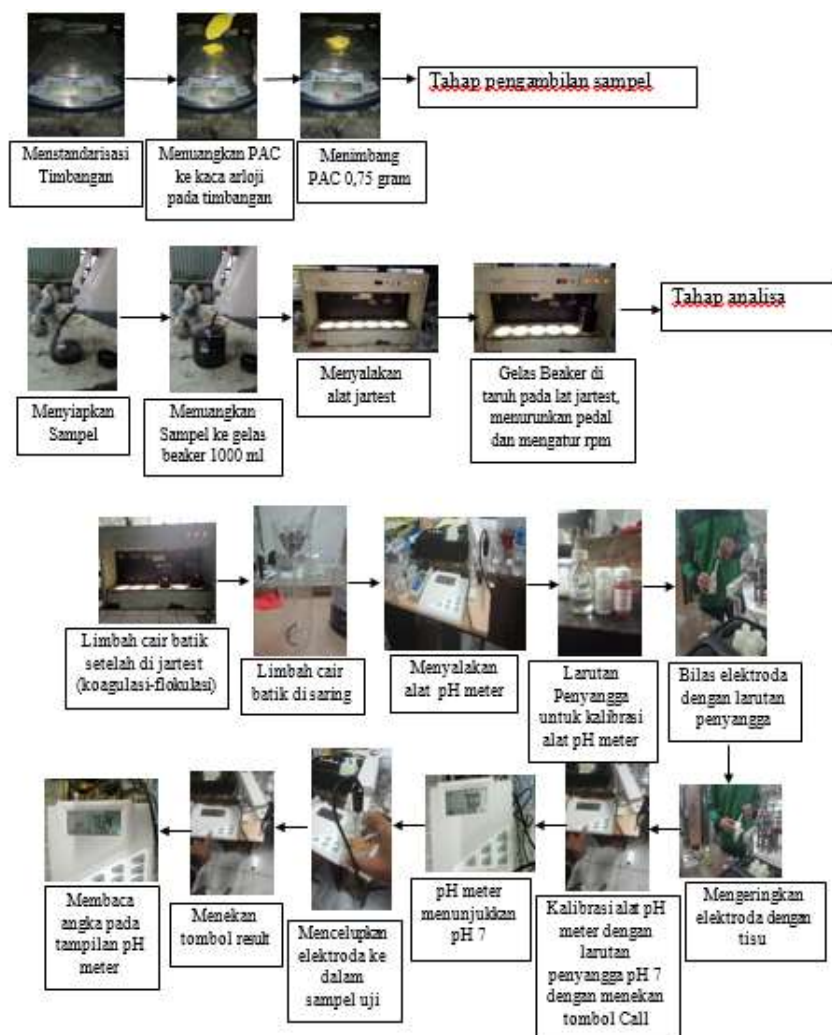
### Gambar Produksi Batik



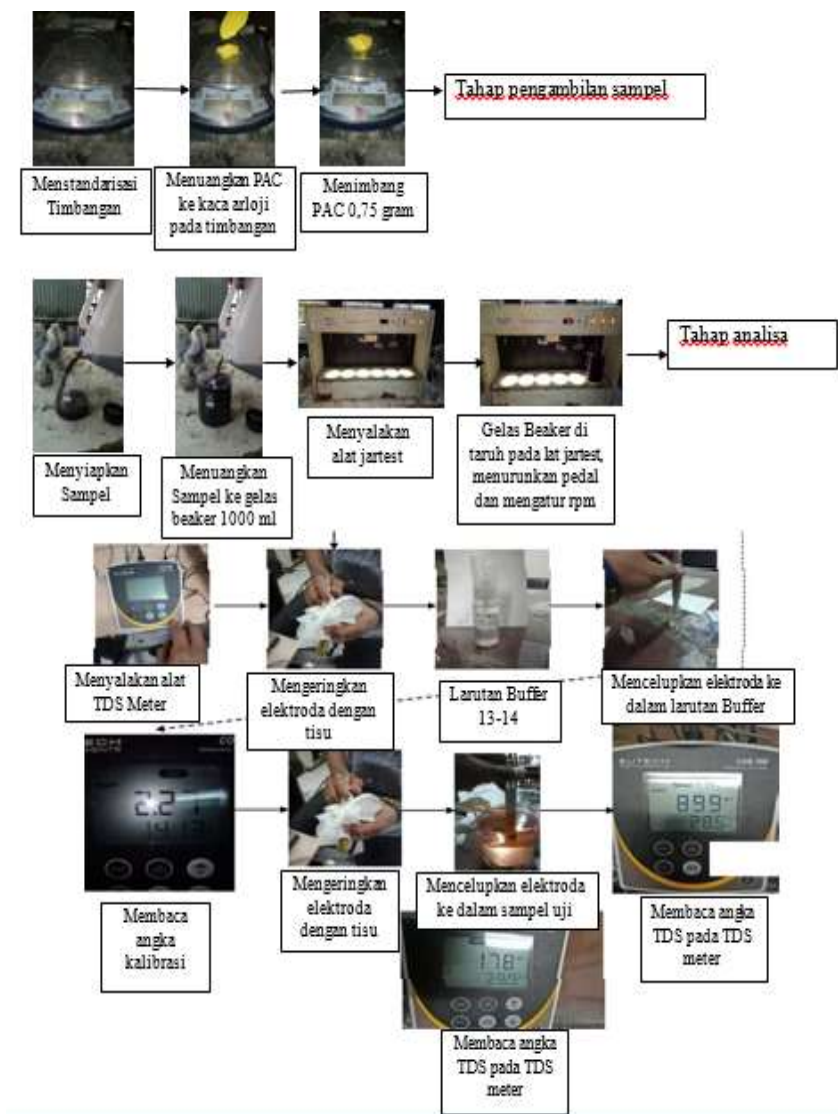
### Lampiran 3

#### Gambar Analisa Parameter

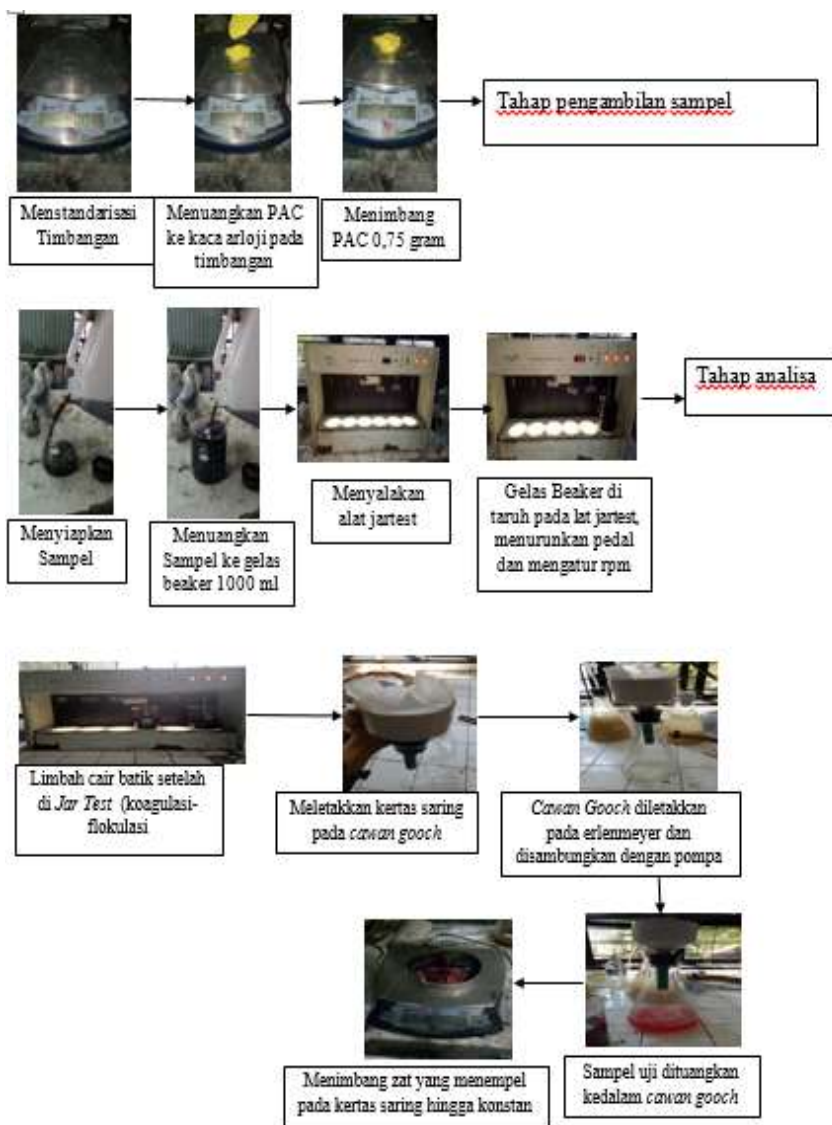
##### a. Analisa pH



## b. Analisa TDS

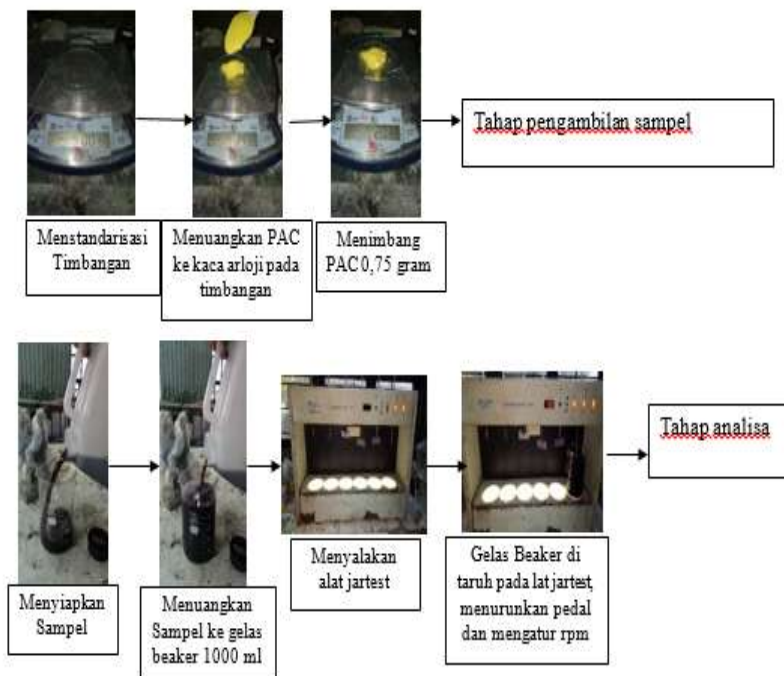


### c. Analisa TSS

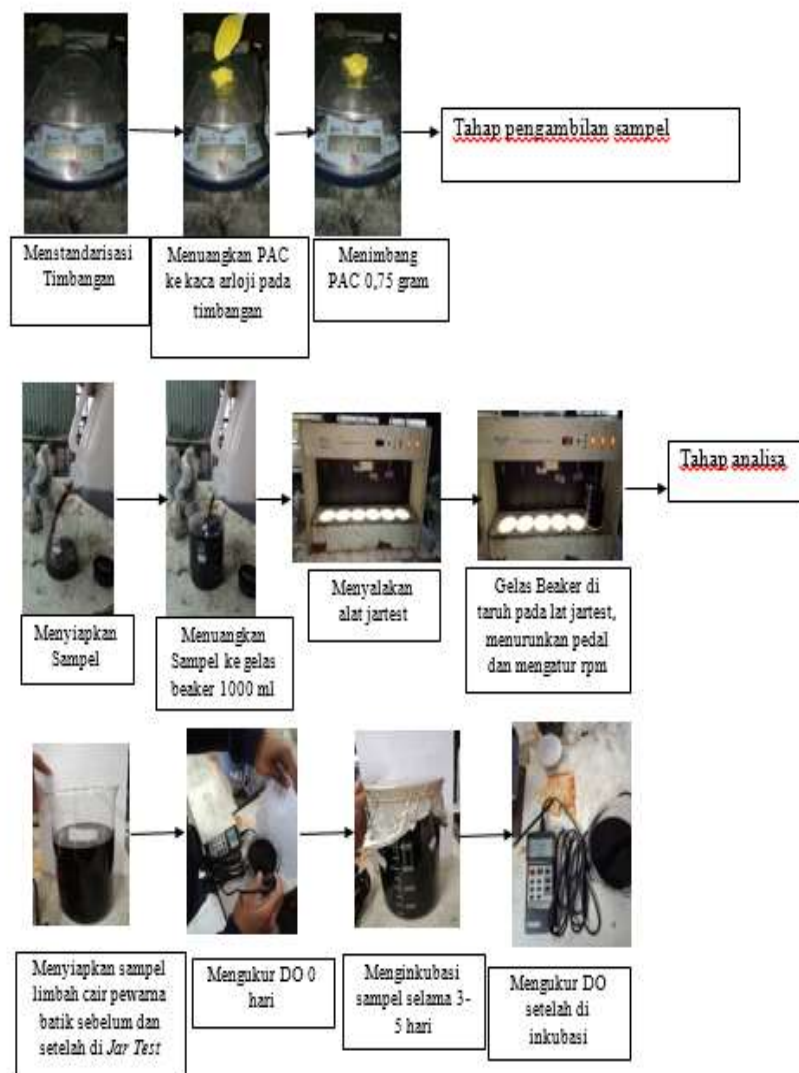




#### d. Analisa COD



# e. Analisa BOD



## BIODATA PENULIS

### PENULIS I



Penulis bernama Anggi Setya Ningrum dilahirkan di Kediri, 31 Mei 1997, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari Bapak Imam Muntahari dan Ibu Dewi Rochimah. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu TK Aisyah 1 Pare (2002-2003), SDN Tulungrejo 1 Pare (2003-2009), MTsN Kota SMPN 4 Pare (2009-20012), SMAN 2

Pare (2012-2015). Penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 2315030014. Semasa kuliah, penulis yang akrab disapa Anggi ini menempuh masa kuliah dan kerja sambilan sebagai *Private Teacher*.

Email : Anggiesetyan31@gmail.com

## **PENULIS II**



Penulis bernama Yahya Nurhadi dilahirkan di Surabaya, 28 November 1996, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara dari Bapak Pudya Tjahjono dan Ibu Riyayani Rini Indriati. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu TK Bhayangkari (2001-2003), SDN Kebonsari 2 Tuban (2003-2009), SMPN 5 Tuban (2009-2012), SMA Darul Ulum 2

Jombang (2012-2015). Penulis mengikuti ujian masuk D III FTI-ITS dan diterima di jurusan D III Teknik Kimia pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 2315030100. Semasa kuliah, penulis yang akrab disapa Yahya ini juga aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus sebagai Staff Departemen Profil HIMA D3KKIM 16/17, menjadi Ketua Fuki Al-Ikhrom 17/18.

Email : yahyanurhadi7@gmail.com